Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Élémens de physique démontrez mathematiquement, et confirmez par des experiences, ou introduction à la philosophie newtoniene

https://hdl.handle.net/1874/211505

B. Bogge Sonsf

ELEMENS DE PHYSIQUE DEMONTREZ MATHEMATIQUEMENT,

ET CONFIRMEZ PAR DES EXPERIENCES;

OU

INTRODUCTION A LA PHILOSOPHIE NEWTONIENNE:

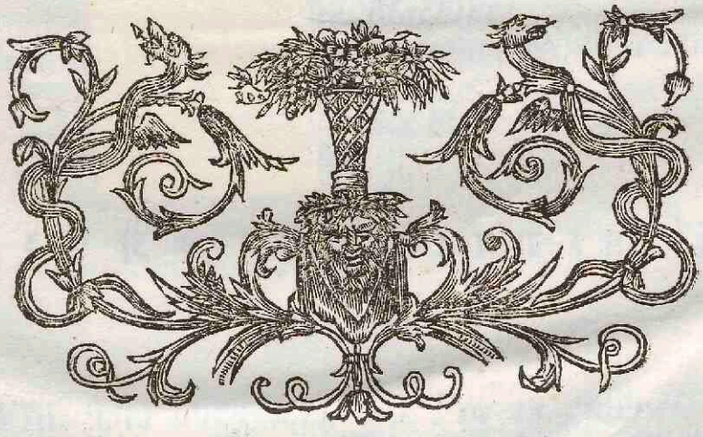
Ouvrage traduit du Latin de

GUILLAUME JACOB 'S GRAVESANDE,

Par ELIE DE JONCOURT,

Docteur en Philosophie, Professeur en Philosophie & en Mathématiques, & Ministre du St. Evangile à Bois-le-Duc.

TOME SECOND.



A LEIDE,

Chez { JEAN ARN. LANGERAK, / JEAN ET HERMAN VERBEEK, } Libraires.

M. DCC. XLVI.



TABLE
DES
CHAPITRES,
CONTENUS DANS CE II. TOME.

LIVRE IV.
PARTIE I.
De l'Air & des autres Fluides Elaſtiques.

CHAPIT. I. *L'Air a les mêmes Proprietez que les Fluides.* Pag. 1.
II. *De l'Elaſticité de l'Air.* 5.
III. *De quelques autres Fluides Elaſtiques.* 12.
IV. *De la Machine Pneumatique.* 16.
V. *Diverſes Expériences touchant la Peſanteur de l'Air & ſon Elaſticité.* 23.
VI. *Deſcription de différentes Machines, dont l'Action dépend de l'Air, & Explication des Effets de ces Machines.* 46.
VII. *Du Mouvement Ondulatoire de l'Air, où l'on traite du Son.* 51.
SCHOLIE 1. *De la Propagation du Son & de ſa Viteſſe.* 70.
2. *De l'Intenſité du Son.* 74.

LIVRE IV. PARTIE II.
Du Feu.

CHAP. VIII. *Des Proprietez du Feu en général.* 75.
IX. *Obſervations générales ſur la Chaleur & ſur la Lumière.* 77.

TABLE

CHAP. X. *De la Dilatation cauſée par la Chaleur.* Pag. 80.
XI. *Du Feu renfermé dans les Corps, où l'on traite de l'Electricité.* 85.
XII. *Du Mouvement moderé du Feu; où l'on traite de la Communication de la Chaleur.* 97.
XIII. *Du Mouvement violent du Feu; où l'on traite de la Diſſolution des Corps par l'Action du Feu.* 101.
XIV. *De l'Extinction du Feu, & du Froid.* 110.

LIVRE V. PARTIE I.

Du Mouvement de la Lumière & de ſon Inflexion.

CHAP. I. *De la Viteſſe de la Lumière.* 115.
II. *De la manière de diriger les Rayons du Soleil.* 126.
SCHOLIE. *Où l'on démontre les Effets de l'Hélioſtate.* 134.
CHAP. III. *De l'Inflexion des Rayons de Lumière.* 136.

LIVRE V. PARTIE II.

De la Refraction de la Lumière.

CHAP. IV. *Des Machines, pour faire des Expériences touchant la Refraction de la Lumière.* 143.
V. *De la Refraction de la Lumière, & des Loix de cette Refraction.* 148.
SCHOLIE. *Démonſtration des Loix de la Refraction.* 155.
CHAP. VI. *De la Différence des Actions que divers Corps déployent ſur la Lumière.* 159.
SCHOLIE. *Manière de déterminer les forces, avec leſquelles les Corps agiſſent ſur la Lumière.* 164.
VII. *De la Refraction de la Lumière, quand les Milieux ſont ſéparez par une Superficie plane.* 166.
SCHOLIE. *Démonſtrations de ce qui a été dit de la Refraction des Rayons obliques.* 174.
CHAP. VIII. *De la Refraction de la Lumière, quand les Milieux ſont ſéparez par une Superficie ſphérique.* 176.

SCHO-

SCHOLIE 1. *Démonſtration de la Règle donnée dans l'Article 2930, touchant la manière de déterminer la Refraction des Rayons directs.* Pag. 188.

2. *Démonſtration de la Refraction des Rayons parallèles & obliques, expliquée dans l'Art.* 2980. ibid.

3. *De la Refraction des Rayons obliques, divergens ou convergens, dont il eſt parlé dans l'Art.* 2982. 189.

CHAP. IX. *Du Mouvement de la Lumière à travers un Milieu plus refringent. Où l'on traite des propriétez des Lentilles de Verre.* 191.

SCHOLIE. *Démonſtrations des Règles données dans les Art.* 3030 & 3035. *touchant les Refractions des Rayons, qui paſſent par des Verres.* 199.

CHAP. X. *De la Vuë, où l'on traite de la Structure de l'Oeil.* 200.

XI. *De la Viſion à travers des Verres, & de la manière de remedier à quelques défauts des Yeux.* 212.

SCHOLIE. *Du Changement qui arrive à la Grandeur apparente.* 219.

CHAP. XII. *Des Microſcopes & des Téleſcopes.* 221.

SCHOLIE. *Démonſtration de la Règle donnée dans l'Art.* 3229, *touchant la manière de déterminer les Ouvertures, & les Oculaires des Téleſcopes.* 232.

LIVRE V. PARTIE III.

De la Reflexion de la Lumière.

CHAP. XIII. *De la Reflexion de la Lumière, & de la Loi de cette Reflexion.* 233.

XIV. *Des Miroirs Plans.* 240.

XV. *Des Miroirs ſphériques-convexes.* 241.

SCHOLIE. *Démonſtration de la Règle, donnée dans l'Art.* 3277, *pour déterminer l'Apparence d'un Point.* 244.

CHAP. XVI. *Des Miroirs ſphériques-concaves.* 245.

SCHOLIE 1. *De la manière de déterminer le Diamètre d'un Miroir ardent.* 255.

2. *Des Cauſtiques par Reflexion.* 256.

CHAP. XVII. *Des Téleſcopes Catoptriques.* 257.

SCHOLIE 1. *De la Diſperſion des Rayons cauſée par la Reflexion d'un Miroir concave.* 265.

SCHOLIE 2. *De la manière de comparer entr'eux les Téleſcopes Newtoniens.* Pag. 267.
3. *De la manière de déterminer les Aggrandiſſemens dans les Téleſcopes Gregoriens.* 268.
4. *De la manière de comparer les Téleſcopes Grégoriens avec ceux de Newton, & entr'eux, comme auſſi de comparer enſemble les Téleſcopes Catoptriques & Dioptriques.* 269.
CHAP. XVIII. *De la Lanterne Magique.* 272.

LIVRE V. PARTIE IV.

De l'Opacité & des Couleurs.

CHAP. XIX. *De l'Opacité des Corps.* 277.
XX. *De la différente Refrangibilité des Rayons Solaires, & des Couleurs de ces Rayons.* 281.
XXI. *Les Rayons ne changent point par la Refraction.* 291.
XXII. *Les Rayons n'éprouvent aucun changement de Couleur par la Reflexion.* 296.
XXIII. *Du mélange des Couleurs, où l'on traite de la Blancheur.* 301.
XXIV. *De l'Arc en Ciel.* 305.
SCHOLIE 1. *Calcul du premier Arc en Ciel.* 311.
2. *Calcul du ſecond Arc en Ciel.* 312.
CHAP. XXV. *Des Couleurs des Lames minces.* 314.
XXVI. *Des Couleurs des Corps naturels.* 322.

LIVRE VI. PARTIE I.

Du Syſtème du Monde.

CHAP. I. *Idée générale du Syſtème Planétaire.* 327.
II. *Du Mouvement apparent.* 336.
III. *Des Phénomènes du Soleil, produits par le Mouvement de la Terre dans ſon Orbite.* 339.
IV. *Des Phénomènes des Planètes inférieures, produits par leur Mouvement dans leurs Orbites,*

tes, & par celui de la Terre dans ſon Orbite. Pag. 342.

CHAP. V. *Des Phénomènes des Planètes ſupérieures, produits par le Mouvement de ces dernières dans leurs Orbites, & par celui de la Terre dans ſon Orbite.* 345.

VI. *Des Phénomènes des Satellites, qui ſont une ſuite du Mouvement de ces derniers dans leurs Orbites. Où l'on traite des Eclipſes du Soleil & de celles de la Lune.* 347.

VII. *Des Phénomènes produits par les Mouvemens du Soleil, des Planètes & de la Lune ſur leurs Axes.* 353.

VIII. *Des Phénomènes, qui regardent la Surface de la Terre, & différentes parties de cette Surface.* 358.

IX. *Des Phénomènes produits par le Mouvement de l'Axe de la Terre.* 371.

X. *Des Etoiles fixes.* 372.

LIVRE VI. PARTIE II.

Cauſes Phyſiques des Mouvemens Céleſtes.

CHAP. XI. *De la Gravité univerſelle.* 376.

SCHOLIE. *De la Gravitation ſur une Sphère, ſoit ſolide, ſoit creuſe.* 385.

CHAP. XII. *De la Matière céleſte & du Vuide.* 389.

XIII. *Du Mouvement de la Terre.* 393.

XIV. *De la Denſité des Planètes.* 398.

SCHOLIE. *De la Diſtance de la Lune, en ſuppoſant la Terre immobile.* 403.

CHAP. XV. *Explication Phyſique de tout le Syſtème Planétaire.* 404.

SCHOLIE. *Des Corps qui tournent autour d'un Centre commun de Gravité.* 411.

CHAP. XVI. *Explication Phyſique du Mouvement de la Lune.* 412.

XVII. *Des Figures des Planètes.* 432.

SCHOLIE 1. *De quelques proprietez de l'Ellipſe.* 436.
2. *De la Figure des Planètes en général.* 439.
3. *Manière de déterminer la Figure de la Terre.* 444.
4. *Détermination de la Peſanteur en différens endroits.* 446.
CHAP. XVIII. *Explication Phyſique du Mouvement de l'Axe de la Terre.* 447.
XIX. *Du Flux & du Reflux de la Mer.* 450.
XX. *De la Denſité & de la Figure de la Lune.* 457.

TABLE DES PLANCHES.

La première Colomne indique les Planches & les Figures qui s'y trouvent.

La seconde marque quelle partie de leur véritable grandeur les Machines ont dans les Figures. Par Ex. les nombres 2, 3, 4, &c. font connoître que les dimensions des Machines ont été réduites à la moitié, au tiers, au quart, &c. Pour les Lettres *v. g.* elles signifient que la Machine est représentée dans sa véritable grandeur.

La troisième Colomne contient les pages auxquelles les Planches doivent être rapportées, & les Nombres dans lesquels il est fait mention de chaque Figure: *p* désigne la page, & *n* les Nombres.

Pl. LXIII.		p. 14.	
Fig. 1.	12.	n. 2085. 2087. 2093.	
2.		2088.	
3.		2090.	
4.	12.	2098.	
5.		2102.	
6.		2108.	
7.		2112.	
8.	6.	2129.	
Pl. LXIV.	8.	p. 22. n. 2138. 2139. 2142. 2148.	
Pl. LXV.	3.	p. 22. n. 2139. 2142.	
Pl. LXVI.	8.	p. 24. n. 2158.	
Pl. LXVII.		p. 32.	
Fig. 1.	8.	n. 2164.	
2.		2167.	
3.	6.	2171.	
4.		2201.	
Pl. LXVIII.		p. 34.	
Fig. 1.	12.	n. 2116. 2138. 2173. 2176.	
2.		2203.	
3.	6.	2206.	
4.		2207.	
Pl. LXIX.		p. 34.	
Fig. 1.	6.	n. 2187. 2192.	
2.		2208.	
3.	5.*	2212.	
4.		2213.	
Pl. LXX.		p. 38.	
Fig. 1.		n. 2216. 2220. 2223.	
2.	5.	2217.	
3.	4.	2225.	
4.	14.	2225. 2226.	
Pl. LXXI.		p. 40.	
Fig. 1.	6.	n. 2221.	
2.		2228.	
3.	12.	2229.	
4.		2230.	

Pl.

* Il n'y a dans la seconde Figure que la dimension des deux segmens de Sphère; la dimension du Trepied a été réduite à sa quatorzième partie.

TABLE

Pl. LXXII. p. 46.
Fig. 1. 2. 3. } 6. n. 2233. 2235. 2236.
4. 16. 2252. 2254.

Pl. LXXIII. p. 46.
Fig. 1. 3. n. 2241. 2250.
2. 2/7. 2241. 2247.
3. 4. 5. 6. } 3. 2242. 2243. 2253. 2244. 2257.

Pl. LXXIV. p. 52.
Fig. 1. 2. 3. 4. 5. } 10. n. 2258. 2261. 2265. 2268. ibid.

Pl. LXXV. p. 66.
Fig. 1. n. 2274.
2. 3. 4. } 5. 2320. 2322. 2332. 2350.
5. 3. 2320. 2350.

Pl. LXXVI. p. 74.
Fig. 1. 6. n. 2316.
2. 5. 2354.
3. 12. 2381.
4. 2384.

Pl. LXXVII. p. 86.
Fig. 1. 2. } 2. n. 2427. 2428.
3. 3. 2434.
4. 4. 2441.
5. 5.* 2449.

Pl. LXXVIII. p. 88.
Fig. 1. 2. } 4. n. 2444. 2457.

Pl. LXXIX. p. 96.
Fig. 1. 2. 3. 4. } 12. n. 2459. 2466. 2463. 2465. 2468.
5. 6. 2494.

Pl. LXXX. 7. p. 96. n. 2476. 2486.

Pl. LXXXI. p. 104.
Fig. 1. 6. n. 2476. 2486.
2. 5. 2492.
3. 2. 2449.
4. 5. 2511.
5. 2494. 2554.

Pl. LXXXII. p. 110.
Fig. 1. 2. } 4. n. 2557. 2559.
3. 4. } 6. 2577. 2579.

Pl. LXXXIII. 3. p. 132. n. 2660.

Pl. LXXXIV. 12. p. 134. n. 2701.

Pl. LXXXV. p. 136.
Fig. 1. n. 2625. 3826.
2. 2640. 2652.
3. 2644. 2645. 2655.
4. 2644. 2651.
5. 2646. 2651. 2652.
6. 2647.
7. ibid.
8. 2710.

Pl. LXXXVI. p. 142.
Fig. 1. n. 2727.
2. 2. 2728. 2746. 2752.
3. 6. 2732.
4. 11. 2735.
5. 2746.
6. 2748.
7. 2752.

Pl. LXXXVII. p. 146.
Fig. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. } 6. n. 2755. 2758. 2759. 2767. 2768. 2769. 2770.

Pl. LXXXVIII. p. 148.
Fig. 1. 2. 3. } 6. n. 2761. 2765. 2766.

4.

* Les Figures FST & LAB ſont réduites à la moitié de leur dimenſion.

4. } 6.			2772.
5. }			2773.

Pl. LXXXIX. p. 156.

Fig. 1.		n. 2779. 2805. 2816.
2.		2791.
3.	10.	2794.
4.	6.	2800.

Pl. XC. p. 166.

Fig. 1.	9.	n. 2814. 2816.
2.		2820.
3.		2823.
4.		ibid.
5.		2826.
6.	9.	2848.
7.		ibid.
8.		2861.

Pl. XCI. p. 176.

Fig. 1.		n. 2881. 2887. 2891.
2. }		2886.
3. }	6.	2889.
4. }		2893.
5. }		2894.
6.		2897. 2903.
7.		2899. 2906.

Pl. XCII. p. 182.

Fig. 1. ⎫		n. 2935.
2. ⎪		2937.
3. ⎪		2939.
4. ⎪		2941.
5. ⎪		2944.
6. ⎪	10.	2946.
7. ⎪		2949.
8. ⎪		2953.
9. ⎪		2954.
10. ⎭		2955.

Pl. XCIII. p. 184.

Fig. 1. }		n. 2962.
2. }	10.	2963.
3. }		2964.
4. }		2965.

Pl. XCIV. p. 184.

Fig. 1. }		n. 2966.
2. }	10.	2972.
3. }		2973.
4. }		2974.

Pl. XCV. p. 188.

Fig. 1.		n. 2915.
2.		ibid.
3.		ibid.
4.		ibid.
5.		2931. 2989.
6.		ibid.
7.		ibid.
8.		ibid.

Pl. XCVI. p. 190.

Fig. 1.	8.	n. 2978. 3069.
2.		2980. 2990.
3.		2980.
4.		2982. 2986. 2994.
5.		2982. 2986.

Pl. XCVII. p. 194.

Fig. 1. }		n. 3013. 3015.
2. }	10.	3016.
3. }		3017.
4. }		3018.

Pl. XCVIII. p. 196.

Fig. 1. ⎫		n. 3023.
2. ⎪		3024.
3. ⎪	10.	3025.
4. ⎪		3026.
5. ⎭		3027.

Pl. XCIX. p. 200.

Fig. 1.		n. 3039.
2.		3044.
3.		3054.
4.		ibid.
5.		ibid.

Pl. C. p. 204.

Fig. 1.		n. 3037. 3055.
2.		ibid.
3.		ibid.
4.	12.	3052.
5.		3061.
6.	8.	3071. 3074.

Pl. CI. p. 218.

Fig. 1.		n. 3126.
2.		3128.
3.		3131.
4.		3133.
5.		ibid.
6.		3141.
7.		3143.

Pl. CII. p. 222.

Fig. 1.		n. 3148. 3159. 3167.

2. 3148. 3159. 3167. 3169.
3. 3148. 3159. 3167. 3166.
4. 3166.
5. 3166. 3169.
6. 3166.

Pl. CIII. p. 234.
Fig. 1. n. 3176.
2. 3181. 3183.
3. 3201. 3202.
4. 10. 3202. 3205. 3210.
5. 3233.
6.

Pl. CIV. p. 240.
Fig. 1. n. 3237. 3244.
2. 10. 3242.
3. 3. 3249.
4. 10. 3250. 3252. 3253. 3257.
5.
6. 3263.

Pl. CV. p. 248.
Fig. 1. n. 3273.
2. 8. 3287. 3288. 3296.
3.
4.
5. 17. 3304.
6. 3307.

Pl. CVI. p. 256.
Fig. 1. n. 3308.
2. 17. 3309. 3311.
3.
4. 12. 3312. 3314. 3325.
5.
6. 8. 3327.
7. 3299. 3337.

Pl. CVII. p. 258.
Fig. 1. n. 3310. 3340. 3341.
2.
3. 3347. 3348.
4. 3317. 3347.
5. 3320. 3347.
6. 3321. 3331. 3347.

Pl. CVIII. p. 268.
Fig. 1. n. 3350.
2. 3365. 3406.
3. 3394.

Pl. CIX. p. 276.

Fig. 1. } 5. n. 3425.
2. } 3433.
3. 3431.

Pl. CX. p. 286.
Fig. 1. } n. 3430. 3441.
2. } 6. 3441.
3. } ibid.
4. 3469.
5. } 3474.
6. } 6. 3477.
7. } 3480. 3482.
8. } 3482.

Pl. CXI. p. 290.
Fig. 1. 12. n. 3483.
2. 3486.
3. 3487. 3501.
4. 5. 3491.

Pl. CXII. p. 294.
Fig. 1. 13. n. 3507.
2. 3510.
3. 13. 3516.
4. 3522.
5. 3524.

Pl. CXIII. p. 298.
Fig. 1. } n. 3526.
2. } 13. 3542.

Pl. CXIV. p. 300.
Fig. 1. 6. n. 3539.
2. 12. 3546.
3. 3. 3552.
4. 6. 3553.

Pl. CXV. p. 302.
Fig. 1. } n. 3561. 3562.
2. } 13. 3565.

Pl. CXVI. p. 304.
Fig. 1. 10. n. 3567.
2. 13. 3568.

Pl. CXVII. p. 304.
Fig. 1. } n. 3556.
2. } 13. 3570.

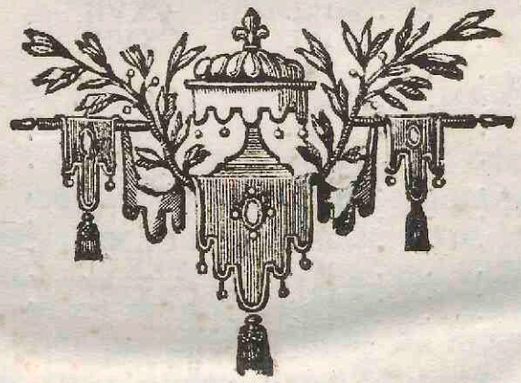
Pl. CXVIII. p. 312.
Fig. 1. 13. n. 3569.
2. 3577. 3578.
3. 3578.
4. 3582. 3593. 3601.

Pl.

DES PLANCHES.

Pl. CXIX.		p.	314.
Fig.	1.	n.	3578.
	2. 12.		3585. 3587. 3590.
	3.		3594. 3611.
Pl. CXX.		p.	322.
Fig.	1.	n.	3595.
	2. 6*.		3621.
	3.		3654.
Pl. CXXI.		p.	324.
Fig.	1. } 13.	n.	3660.
	2. }		3661.
Pl. CXXII.		p.	334.
Fig.	1.	n.	3723.
	2.		3744.
	3.		3745.
	4.		3748.
Pl. CXXIII.		p.	346.
Fig.	1.	n.	3779.
	2.		3795.
	3.		3807.
	4.		3811.
Pl. CXXIV.		p.	358.
Fig.	1.	n.	3818.
	2.		3835. 3900.
	3.		3855.
	4.		3662.
	5.		3871.
	6.		3873.
Pl. CXXV.		p.	364.
Fig.	1.	n.	3849.
	2.		3884.
	3.		3944.
	4.		3909. 3946.
	5.		3960.
Pl. CXXVI.		p.	446.
Fig.	1.	n.	4110.
	2.		3932. 3988.
	3.		3697.
	4.		4118.
	5.		4208.
	6.		4214.
	7.		4378.
	8.		4375.
	9.		4318. 4344. 4417.
Pl. CXXVII.		p.	456.
Fig.	1.	n.	4218. 4258. 4279. 4458.
	2.		4270.
	3.		4271.
	4.		4280. 4296.
	5.		4286.
	6.		4288.
	7.		4339.
	8.		4481.

* Les dimenſions de la Fig. LP. ſont réduites au tiers.



BERICHT AAN DEN BOEKBINDER.

De Plaaten moeten volgens deze Tafel, op de aangewezen paginaas ingezet worden, en het wit moet 'er aanblyven om buyten het Boek uitteslaan.

AVIS AU RELIEUR.

Il faut placer les Planches ſuivant cette Table, de façon qu'en les dépliant, elles ſortent hors du livre.

Pl.		Pag.
	LXIII.	14.
	LXIV.	22.
	LXV.	22.
	LXVI.	24.
	LXVII.	32.
	LXVIII.	34.
	LXIX.	34.
	LXX.	38.
	LXXI.	40.
	LXXII.	46.
	LXXIII.	46.
	LXXIV.	52.
	LXXV.	66.
	LXXVI.	74.
	LXXVII.	86.
	LXXVIII.	88.
	LXXIX.	96.
	LXXX.	96.
	LXXXI.	104.
	LXXXII.	110.
	LXXXIII.	132.
	LXXXIV.	134.
	LXXXV.	136.
	LXXXVI.	142.
	LXXXVII.	146.
	LXXXVIII.	148.
	LXXXIX.	156.
	XC.	166.
	XCI.	176.
	XCII.	182.
	XCIII.	184.
	XCIV.	184.
	XCV.	188.
	XCVI.	190.
	XCVII.	194.
	XCVIII.	196.
	XCIX.	200.
	C.	204.
	CI.	218.
	CII.	222.
	CIII.	234.
	CIV.	240.
	CV.	248.
	CVI.	256.
	CVII.	258.
	CVIII.	268.
	CIX.	276.
	CX.	286.
	CXI.	290.
	CXII.	294.
	CXIII.	298.
	CXIV.	300.
	CXV.	302.
	CXVI.	304.
	CXVII.	304.
	CXVIII.	312.
	CXIX.	314.
	CXX.	322.
	CXXI.	324.
	CXXII.	334.
	CXXIII.	346.
	CXXIV.	358.
	CXXV.	364.
	CXXVI.	446.
	CXXVII.	456.

ELE-

ELEMENS DE PHYSIQUE DEMONTREZ MATHEMATIQUEMENT, ET CONFIRMEZ PAR DES EXPERIENCES.

LIVRE IV.

Partie I. De l'Air & des autres Fluides Elaſtiques.

CHAPITRE I.

L'Air a les mêmes propriétez que les Fluides.

LEs Fluides, que nous avons examinez dans le Livre III, ont des parties contigues, qui tiennent peu enſemble, mais entre leſquelles néanmoins il y a toujours quelque Cohéſion. On ne ſçauroit réduire ces Fluides dans un plus petit Eſpace par compreſſion; au moins ſi cela arrive, cette diminution d'Eſpace eſt ſi petite, que juſqu'à préſent il n'y a pas eu moyen de s'en appercevoir, dans aucune Expérience, quelque grande qu'ait été la compreſ- 2074.

ſion. Car la diminution d'Eſpace, que certaines Expériences ſemblent indiquer, peut aiſément être attribuée à une autre cauſe. Les mêmes Fluides ont auſſi la propriété de pouvoir être contenus dans des Vaiſſeaux ouverts par enhaut.

2075. Mais il y a d'autres Fluides qu'il faut tenir renfermez, de tous cotez, ſi l'on ne veut pas qu'ils s'échappent; ces Fluides occupent un Eſpace plus grand ou plus petit, ſuivant qu'ils ſont comprimez avec moins ou avec plus de Force: on les nomme Elaſtiques, & le principal de tous eſt l'Air, qui environne nôtre Terre. C'eſt de cet Air, que je me propoſe de parler à preſent, après avoir prouvé qu'il doit être mis au nombre des Fluides.

Nous avons déja fait plus d'une fois mention de l'Air, & nous avons averti qu'il faut avoir égard à ſes effets dans pluſieurs Expériences, puiſqu'il nous environne de toutes parts. Examinons préſentement ſes propriétez particuliéres.

2076. Nous appellons Air, ce Fluide, qui couvre la ſurface de la Terre, & qui l'entoure de tous cotez

2077. Il eſt certain que la Terre eſt environnée d'un Fluide; car elle eſt couverte d'un Corps, qui eſt peſant, dont les parties cedent à une impreſſion quelconque, & ſe meuvent très facilement entr'elles, qui preſſe à proportion de ſa Hauteur, & dont la preſſion agit également de tous cotez.

2078. La plupart donnent le nom d'Air à tout Fluide Elaſtique, quel qu'il ſoit; d'autres affirment, que dans l'Air, qui environne notre Globe, il y a un mélange de pluſieurs choſes entiérement differentes de l'Air; & par conſéquent, qu'il ne faut lui attribuer d'autres propriétez que celles qui lui conviendroient, s'il étoit ſéparé de tous ces autres Corps.

2079. * 2076. Pour nous, nous avons expliqué diſtinctement ce que nous entendions par le mot d'Air *; ſçavoir, ce Fluide mixte, qui entoure la Terre. Nous ne tenons pour parties étrangéres que celles, qui nagent, à la verité, dans ce Fluide, mais qui ſont trop groſſiéres pour pouvoir y appartenir.

1. DEFINITION.

2080. *Tout l'Air, qui environne la Terre, pris enſemble, s'appelle l'Atmoſphère de la Terre, ou ſimplement l'Atmoſphère.*

2. DE-

2. Definition.

La Hauteur de l'Air au deſſus de la Superficie de la Terre, 2081.
s'appelle la Hauteur de l'Atmoſphère.

Il a été prouvé par une Expérience *, que toute la Superficie 2082.
de la Terre, eſt entourée d'un Corps, quoique les parties de * 24.
ce Corps échappent preſque toujours à la vûe.

Perſonne ne ſçauroit revoquer en doute, que *ce Corps* ne 2083.
cede à une impreſſion quelconque, & que *ſes parties* ne *ſe meuvent facilement entr'elles.*

De plus, *il eſt peſant*, puiſqu'il preſſe les Surfaces des autres 2084.
Fluides, & qu'il ſoutient ces Fluides dans des Tuyaux.

1. Expérience.

Soit le Tuyau de Verre AB, qui ait environ trois pieds en 2085.
longueur, & dont la cavité ait un quart de pouce de Diamè- TAB.
tre; ſi le bout A eſt fermé, & que, le Tuyau étant rempli de LXIII.
Mercure, on plonge l'autre bout dans le Vaiſſeau V, qui con- Fig. 1.
tient auſſi du Mercure, le Mercure, qui eſt dans le Tuyau, ſera ſoutenu, à peu près à la Hauteur de vingt & neuf pouces.

Cet Effet doit être attribué à la preſſion de l'Air ſur la Su- 2086.
perficie du Mercure, qui eſt dans le Verre: Superficie, qui ne ſçauroit être preſſée par tout également, à moins qu'il n'y ait dans le Tuyau, où il ne ſe trouve aucun Air, une Colomne de Mercure, dont la preſſion ſoit égale à celle de l'Air extérieur *. Le Tube, qu'on employe dans cette Expérience, que Torricelli a faite le premier, s'appelle de ſon nom, le Tube de Torricelli. * 1416.

2. Experience.

Pour que cette Preſſion ne change point, quand le Tuyau 2087.
eſt incliné, il faut que le Mercure ſoit toujours à la même TAB.
Hauteur verticale *; par conſéquent, s'il y a deux Verres, LXIII.
où il y ait du Mercure, & qu'on y plonge, de la manière que Fig. 1.
nous venons de dire, deux Tuyaux, dont ED, eſt incliné à * 1423.
l'Horizon, le Mercure ſera ſoutenu aux Hauteurs *hf*, & *ig*, enſorte que *f* & *g* ſoient dans la même ligne Horizontale, en ſuppoſant dans un même plan les Surfaces du Mercure, que contiennent les deux Verres.

3. Experience.

C'eſt cette même Preſſion de l'Air, qui ſoutient l'Eau dans le 2088.
Verre V, qu'on plonge dans l'Eau, de façon qu'il s'en rem- TAB.
LXIII.
Fig. 2.

pliſſe entièrement, & qu'on en retire enſuite, mais pas tout à fait, l'ouverture du Verre devant reſter au deſſous de la Superficie de l'Eau.

2089. Quand la Hauteur du Verre ſeroit de trente & deux pieds, l'Eau y ſeroit ſoutenue de même. Car la Gravité ſpécifique du Mercure, eſt environ quatorze fois plus grande que la Gravité ſpécifique de l'Eau *; & une Colomne d'Eau, de plus de trente & deux pieds, preſſe autant qu'une Colomne de Mercure de vingt & neuf pouces: Preſſion, qui eſt égale à celle de l'Atmoſphère.

* 1563.

4. EXPERIENCE.

2090. TAB. LXIII. Fig. 3. La Preſſion de l'Air ſoutiendroit dans le Verre renverſé A, un Fluide comme l'Eau, ſi dans le tems que l'Eau deſcend, l'Air n'entroit dans le Verré, en ſe gliſſant à coté d'elle; c'eſt pourquoi ſi l'on couvre d'un Papier l'ouverture du Verre, avant que de le renverſer, l'Eau y reſte, & par la Preſſion de l'Air, le Papier eſt fermement appliqué contre la Superficie inférieure de l'Eau.

On peut aiſément inferer de ce que nous venons de dire,

2091. que *la Preſſion de l'Air dépend de ſa Hauteur*; mais il y a moyen de prouver la choſe d'une manière directe, en transportant le Tube de Torricelli dans quelque endroit élevé: ſi cet endroit eſt plus haut de cent pieds que celui où ce Tube étoit auparavant, le Mercure baiſſera d'environ un huitième de pouce.

La Preſſion de l'Air ne change rien à la Figure des Corps mous, & ne rompt pas les Corps fragiles, quoiqu'elle ſoit égale à la Preſſion d'une Colomne de Mercure haute de vingt & neuf pouces, ou d'une Colomne d'Eau de la Hauteur de

* 2089. trente & deux pieds *; d'où il ſuit que *l'Air preſſe éga-*

2092. *lement de tous cotez*; car il eſt clair qu'il n'y a qu'une Preſſion égale de tous cotez, qui puiſſe rendre raiſon de l'Effet en queſtion, qui d'ailleurs doit inconteſtablement être attri-

* 1471. 1473. bué à cette Preſſion *. Si l'on fait enſorte qu'un des cotez d'un Corps ceſſe d'être preſſé par l'Air, la Preſſion déployée ſur le coté oppoſé devient ſenſible.

5. EXPERIENCE.

2093. TAB. LXIII. Fig. 1. Nous avons vû que par la Preſſion de l'Air, le Mercure eſt ſoutenu dans le Tuyau A B à la Hauteur *f*, pendant que la par-

partie ſupérieure du Tuyau reſte vuide *: ſuppoſons à preſent qu'on éléve tant ſoit peu le Tuyau, de manière pourtant que le bout inférieur reſte plongé, on ſent une réſiſtance aſſez grande; ſi on laiſſe écouler le Mercure, & qu'il ne reſte dans le Tuyau que de l'Air, cette réſiſtance ne ſera préciſément que celle du poids du Tuyau. * 2085.

Ce n'eſt pas le Mercure, contenu dans le Tuyau, qui le rend peſant: l'Action du Mercure ſur les Parois du Tuyau étant horizontale; mais c'eſt l'Air, qui agit ſur la partie ſupérieure du Tuyau, & la Colomne d'Air, que le Tuyau ſoutient, eſt de même poids que la Colomne de Mercure, contenuë dans le Tuyau. Si après avoir ôté le Mercure, on laiſſe rentrer l'Air, il eſt évident, que puiſque la ſeule Peſanteur du Tuyau doit être ſurmontée pour qu'on le leve, l'Action de l'Air ſur la Surface intérieure de la partie ſupérieure du Tuyau, détruit l'Action ſur la Surface extérieure de la même partie du Tuyau, & que l'Air preſſe avec la même Force de bas en haut, & de haut en bas. 2094.

Cette même Expérience confirme ce que nous avons dit touchant la Peſanteur de l'Air. 2095.

CHAPITRE II.

De l'Elaſticité de l'Air.

OUtre les propriétez communes aux autres Fluides, l'Air comme nous l'avons dit *, en a encore une particuliére, qui eſt d'occuper un Eſpace plus grand ou plus petit, ſuivant le different degré de Force, avec lequel il eſt comprimé: car auſſitôt que cette Force diminue, l'Air ſe dilate. L'Analogie, qu'il y a entre cet Effet & l'Elaſticité des Corps, a fait donner à cette propriété de l'Air le nom d'Elaſticité; & l'on nomme en général Elaſtiques tous les Fluides, qui ont la Propriété dont il s'agit. 2096. * 2075.

L'Expérience, que nous avons indiquée *, prouve que *l'Air peut ſe comprimer*; & pour ce qui regarde la Propriété de *ſe dilater*, elle lui convient auſſi comme il paroitra par l'Expérience ſuivante. * 24. 2097.

1. Expérience.

2098. TAB. LXIII. Fig. 4. Soit le Tuyau AB, fermé en A. Qu'on y verſe du Mercure, & qu'on y laiſſe une certaine quantité d'Air, qui comprimé au même degré que l'Air extérieur, n'occupe que l'Eſpace A *l*; ſi l'on plonge le bout B dans du Mercure, le Mercure, contenu dans le Tuyau, deſcendra juſqu'en *g*, & y reſtera ſuſpendu. La Hauteur *ig* differe beaucoup de celle du Mercure dans la 1re Expérience du Chapitre précèdent.

2099. Cette difference ne doit point être attribuée au Poids de l'Air contenu dans le Tuyau: car ce Poids eſt trop petit pour qu'il en reſulte une difference ſi ſenſible; ainſi l'Action de l'Air ſur le Mercure doit être attribuée à une autre Cauſe.

La Force, avec laquelle l'Air, qui éprouve la même Preſſion que l'Air extérieur, eſt comprimé, eſt le Poids de toute l'Atmoſphère, c'eſt-à-dire, le Poids d'une Colomne de Mercure de la Hauteur *hf* (*Fig.* 1.); donc cette Force, qui comprime l'Air, peut être exprimée par cette Hauteur. Cela étant la Preſſion de l'Atmoſphère produit dans le cas preſent deux Effets; elle ſoutient la Colomne de Mercure *ig*, & elle

2100. agit ſur l'Air, qui eſt dans le Tuyau. *Si la Force, qui ſoutient le Mercure* à la Hauteur *gi*, *eſt retranchée de la Preſſion de toute l'Atmoſphère*, c'eſt-à-dire, ſi l'on retranche la Hauteur *gi* de la Hauteur *hf*, *il reſtera la Force, qui comprime l'Air contenu dans la partie ſupérieure du Tuyau.*

* 361. L'Air réſiſte avec la même Force, & preſſe vers enbas *;

* 362. or il ne ſçauroit reſiſter à moins qu'il ne ſoit arreté *, & qu'il ne s'étende juſqu'au bout A, & n'occupe tout l'Eſpace A *l*.

Nous prouverons dans la ſuite par des Expériences, que

2101. *l'Eſpace que l'Air occupe en ſe dilatant eſt toujours en raiſon inverſe de la Force, qui le comprime.*

Machine.

Pour comparer enſemble les Dilatations de l'Air comme auſſi les Forces qui le compriment.

2102. TAB. LXIII. Fig. 5. On introduit, & l'on a ſoin d'affermir en B, le Tuyau de Fer AB dans le Cylindre de bois C, qui tient à la Boëte D. Ce Tuyau qui eſt fermé en A, eſt long de trois pieds, & ſa Cavité a trois quarts de pouce de Diamètre. Pour la Boëte elle a environ quatre pouces en Hauteur, & preſque autant de Diamètre. On verſe du Mercure dans le Tuyau, juſqu'à

ce

ce qu'il y en ait dans la Boëte environ à la Hauteur d'un demi-pouce.

On applique le Tuyau, avec la Boëte qui y eſt jointe, à la Planchette EFG, dont la Surface a une rainure propre à recevoir le Tuyau; cette Planchette eſt percée a jour dans l'endroit, qui répond à la Boëte & au Cylindre.

La partie FG de la même Planchette a auſſi dans ſa Surface antérieure une rainure, pour recevoir la Règle de boüis LM, qu'on peut affermir à differentes Hauteurs, par le moyen d'une Vis, jointe par derriére à la Règle, à la diſtance de ſix Pouces du bout L, & qui pénétre par une fente dans la Planchette.

La Lame de cuivre *r s* eſt appliquée & affermie à coté de la Règle de boüis. La largeur de la Lame ſurpaſſe d'un quart de pouce l'épaiſſeur de la Règle, enſorte que la Lame déborde, & faſſe un Angle droit avec la Superficie de la Règle.

Le long de cette avance peut ſe mouvoir la Chape *n*, qui tient à l'Indice *q*. La Vis *o* ſert à affermir cette Chape, qui eſt repréſentée ſéparément en ONQ.

Il faut avoir outre cela un Tuyau de Verre, tant ſoit peu plus long que trois Pieds, & fermé à l'un de ſes bouts. Ce Tuyau doit être preſque rempli de Mercure, de façon pourtant qu'il y reſte tant ſoit peu d'Air. On renverſe ce Tuyau, & l'on plonge le bout ouvert dans le Mercure, contenu dans la Boëte & dans le Tuyau de fer, comme dans l'Expérience précédente *. 2103.

* 2098.

Suivant que le Tuyau de Verre eſt introduit moins ou plus avant dans l'autre Tuyau, la partie ſupérieure du Tuyau, laquelle eſt vuide de Mercure, eſt auſſi plus ou moins grande; & l'on meſure cette partie, en l'appliquant à la rainure, faite pour cet effet dans la Règle LM, qui eſt diviſée en pluſieurs petites parties, correſpondantes à autant de parties égales de la capacité du Tuyau de Verre.

Si ce dernier Tuyau étoit exactement cylindrique, les diviſions, dont nous parlons, ſeroient égales; mais comme il arrive très rarement que cette régularité ait lieu dans la figure du Tuyau, je dirai comment il faut s'y prendre, pour que les diviſions ſoient bien marquées ſur la Règle. 2104.

On renverſe le Tuyau PV, & on l'applique à la Règle de fa-

façon, que la Superficie extérieure de V, qui eſt le bout du Tuyau, réponde au bout L de la Règle. On verſe enſuite dans le Tuyau une petite quantité de Mercure, par Ex. autant qu'il en faut pour que le Mercure ait un quart ou un tiers de pouce de Hauteur dans le Tuyau, & l'on marque ſur la Règle la Hauteur du Mercure. On verſe une ſeconde fois préciſément la même quantité de Mercure dans le Tuyau, & l'on marque auſſi la Hauteur. Pour diviſer toute la Règle on n'a qu'à continuer de même: & c'eſt en peſant les quantitez de Mercure, qu'on en détermine l'égalité.

2105. Mais comme c'eſt une choſe, qui demande du tems & de la peine que de déterminer tant de petites quantitez de Mercure, d'un poids exactement égal, on peut, ſi le Tuyau eſt régulier, c'eſt-à-dire, s'il fait partie d'un Cone tronqué, comme cela arrive ordinairement, & s'il differe peu d'un Cylindre, & il eſt aiſé d'en avoir de tels; on peut dis-je, ſe ſervir d'une autre Méthode; car en ce cas les diviſions formeront, à une très legère difference près, une Progreſſion Arithmétique.

Les quatre ou cinq premières diviſions doivent ſe faire par la Méthode, qui vient d'être indiquée; à cauſe qu'en ſcêlant hermétiquement un Tuyau, on dérange toujours tant ſoit peu ſa Figure: enſuite on verſe dans le Tuyau une quantité de Mercure dix ou douze fois plus grande que celle qu'on y a verſée à chaque repriſe, & l'on marque la diviſion, qui ſe trouve éloignée de la dernière, qu'on a marquée, de dix ou douze des premières diviſions. En continuant ainſi à faire d'autres grandes diviſions, on parvient à partager la capacité du Tuyau en portions égales. Après cela il faut ſubdiviſer les grandes Diviſions en Proportion Géometrique, enſorte, que toutes les petites Diviſions forment une Progreſſion continüe Arithmétique. Mais avant que de commencer ces Subdiviſions, il faut examiner ſi les plus grandes Diviſions ſont en Progreſſion Arithmétique; car ſi cela n'étoit pas, la figure irrégulière du Tuyau empécheroit que la proportion Géometrique ne pût avoir lieu.

2. EXPERIENCE.

2106. Il eſt néceſſaire d'abord de meſurer exactement à quelle Hau-
* 2085. teur le Mercure eſt ſoutenu dans le Tube de Torricelli *, dont la partie ſupérieure eſt exactement vuide d'Air.

Avant

Avant que de plonger le Tuyau de Verre dans le Mercure *, on y laiſſe de l'Air à diſcrétion. * 2103.

On enfonce auſſi à diſcrétion dans le Mercure le Tube en queſtion, & l'on affermit la Règle LM enſorte, que le bout L réponde à la Superficie du Mercure dans le Tuyau. Pour l'Indice *q* on l'applique au bout ſupérieur du même Tube, de façon qu'il réponde à la diviſion, qui indique ſur la Règle l'Eſpace LV que l'Air occupe dans le Tuyau. On meſure la Hauteur du point L, au deſſus de la Superficie du Mercure dans la Boëte, en pouces & en parties de pouces; on ſouſtrait cette Hauteur de celle du Mercure dans le Tube de Torricelli; & la difference exprime la Force, qui comprime l'Air en LM*. On change la ſituation du Tuyau de Verre, en y laiſſant la même quantité d'Air, & l'on meſure derechef la Force, qui comprime l'Air, & l'Eſpace que ce dernier occupe. Les Eſpaces, occupez par l'Air, ſe trouveront alors être en raiſon inverſe des Forces qui l'ont comprimé. * 2100.

Suppoſons que la Hauteur du Mercure dans le Baromêtre ſoit de 29 pouc. & $\frac{25}{100}$; la Hauteur du point L au deſſus de la Superficie du Mercure dans la Boëte de 20 pouc. & $\frac{25}{100}$; & LV de 32 parties. Si à preſent l'on hauſſe le Tuyau de Verre juſqu'à ce que le point L réponde à 24 pouc. & $\frac{75}{100}$, la longueur de LV ſera de 64 parties. Ainſi puiſque 32 & 64 déſignent les Eſpaces occupez par l'Air, 9 & $4\frac{1}{2}$ exprimeront les Forces, qui l'ont comprimé. On peut facilement varier cette Expérience d'une infinité de maniéres. 2107.

La Règle, que les Eſpaces, occupez par l'Air, ſont en raiſon inverſe des Forces qui le compriment, n'a pas moins lieu dans l'Air comprimé, que dans l'Air raréfié.

3. Experience.

Soit le Tuyau recourbé ABCD, ouvert en A & fermé en D; ſuppoſons de plus que la partie BC ſoit remplie de Mercure, enſorte que la partie CD contienne de l'Air, condenſé au même degré que l'Air extérieur; cela étant, la Force qui comprime l'Air eſt le poids d'une Colomne de Mercure, dont la Hauteur eſt *bf* (*Fig.* 1.), laquelle déſigne cette Force, comme dans l'Expérience précédente; & l'Eſpace, occupé par l'Air, eſt CD. On verſe dans le Tuyau AB du Mercure juſqu'à ce qu'il monte en *g*, & par là l'Air n'occupe plus que l'Eſpa- 2108. TAB. LXIII. Fig. 6.

l'Eſpace *e D*: la Force, qui le comprime dans ce dernier Eſpace, vaut à preſent une Colomne de Mercure de la Hauteur *f g*, & eſt égale outre cela à la Preſſion de l'Air extérieur ſur la Superficie *g* du Mercure; cette Force eſt exprimée par la ſomme des Hauteurs *f g*, dans cette Figure, & *h f* dans la Figure 1. Cette ſomme eſt toujours à *h f* (*Fig.* 1.) comme C D à *e D*, & les Forces ſont en raiſon inverſe des Eſpaces.

2109. *L'Elaſticité de l'Air eſt proportionelle à ſa Denſité*; car cette derniere eſt en raiſon inverſe de l'Eſpace occupé par l'Air *, & par conſéquent en raiſon directe de la Force, qui comprime l'Air *; laquelle eſt égale à l'Effort avec lequel l'Air tâche de ſe dilater *; & cet Effort n'eſt autre choſe que ſon Elaſticité.

* 1464.
* 2101.
* 361.

2110. Il ſuit de ce que nous venons de dire, que l'Air dans lequel nous vivons, eſt condenſé dans le voiſinage de la Terre, au point qu'il l'eſt, par la Preſſion de l'Air ſupérieur, & que cette condenſation eſt plus ou moins grande, ſuivant que le poids de l'Atmoſphère eſt plus ou moins grand; delà vient que l'Air eſt moins denſe ſur le Sommet d'une Montagne, que dans le fond d'une Vallée.

2111. *La Force, avec laquelle les particules d'Air ſe fuyent reciproquement, augmente à proportion que la diſtance entre les centres des particules diminue*, c'eſt-à-dire, que la Force en queſtion eſt en raiſon inverſe de cette diſtance.

2112. Pour le démontrer, ſuppoſons que les deux Cubes A & B, contiennent d'inégales quantitez d'Air; ſoient les diſtances entre les centres des particules, comme deux à un; cela étant, les nombres des particules qui ſe trouvent dans les lignes *d e* & *h i*, ſeront dans cette même raiſon, mais inverſe: les particules, qui deployent leur action ſur les Surfaces *d g* & *h m* ſont entr'elles comme un à quatre; ſçavoir, comme les quarrez des nombres qui expriment combien il y a de particules dans chacune des deux lignes égales; les quantitez d'Air contenues dans les Cubes, ſont comme les Cubes des nombres un & deux, c'eſt à dire, comme un à huit, & c'eſt en cette même raiſon que ſont les Forces, qui compriment l'Air dans les deux Cubes *. Les Forces, qui agiſſent ſur les Surfaces égales *d g* & *h m*, ſont proportionnelles aux Forces, qui comprimment l'Air *; ces mêmes Forces ſont outre cela en raiſon com-

TAB. LXIII. Fig. 7.

* 2109.
361.
* 361.

compoſée de la quantité des particules, qui agiſſent, & des Actions de chacune de ces particules; donc cette raiſon compoſée eſt celle de un à huit: la première des raiſons compoſantes eſt, comme il a été dit, celle de un à quatre; & par conſéquent la ſeconde doit néceſſairement être celle de un à deux, laquelle eſt préciſément la raiſon inverſe de la diſtance entre les centres des particules. Cette démonſtration eſt générale; car un & huit peuvent repreſenter des Cubes quelconques, un & quatre les Quarrez des Racines de ces Cubes, & enfin un & deux les Racines mêmes.

La même démonſtration prouve que l'Action, que les particules éprouvent continuellement de toutes parts, augmente à proportion que la diſtance entre les centres des particules diminue. 2113.

Mais dès que la diſtance, qu'il y a entre les particules, devient ſenſible, elles n'agiſſent plus l'une ſur l'autre. C'eſt ce qui paroit par des Expériences, qui prouvent qu'avec la même denſité, l'Elaſticité de l'Air n'augmente pas toujours à proportion de ſa quantité. 2114.

Les Effets de l'Elaſticité de l'Air ſont ſemblables aux Effets de la Gravité, & l'Air renfermé agit de la même manière par ſon Elaſticité, que l'Air libre agit par ſon poids. 2115.

L'Air, chargé du Poids de toute l'Atmoſphère, étant un Fluide *, preſſe également de tous cotez, & cette preſſion ne dépend en aucune façon de l'Elaſticité; car, que l'Air ſoit Elaſtique ou non, la Preſſion, dont il s'agit, qui eſt produite par la Peſanteur de l'Atmoſphère, & qui eſt égale à cette Peſanteur, n'éprouve pour cela aucun changement. Mais comme l'Air a de l'Elaſticité, le Poids de l'Atmoſphère le condenſe juſqu'à ce que cette Elaſticité, qui agit dans un ſens contraire au Poids, qui comprime l'Air, devienne égale à ce Poids *. Or l'Elaſticité augmente & diminue en même raiſon que diminue ou augmente la diſtance entre les particules *, & il n'importe aucunement que l'Air ſoit retenu dans un certain Eſpace par le Poids de l'Atmoſphère, ou par quelqu'autre moyen; dans l'un & l'autre cas il tâche à ſe dilater avec la même Force, & preſſe de tous cotez. C'eſt pourquoi, ſi une portion d'Air, de même Denſité que celui qui ſe trouve dans le voiſinage de la Terre, eſt renfermée en quelque endroit, la Preſſion

* 1418.

* 361.

* 2109.

de cette portion renfermée vaudra le Poids de toute l'Atmoſphère.

4. EXPERIENCE.

2116. Si l'on renferme le Tube de Torricelli dans le Verre DR
TAB. LXVIII. Fig. I. de façon, que l'Air, qui preſſe ſur la Surface du Mercure contenu dans le Verre V, n'ait aucune communication avec l'Air extérieur, l'Elaſticité de l'Air ſoutiendra dans le Tuyau le Mercure à la même Hauteur, à laquelle il eſt ſoutenu par le Poids de l'Atmoſphère.

Ce que nous venons de dire a toujours lieu, tant que l'Air eſt conſtitué de même; mais comme il eſt ſujet à divers chan-

2117. gemens, *il arrive ſouvent que la Force répulſive des particules augmente ou diminue, quoique la diſtance entre leurs Centres, ſoit la même*; je dirai quelque choſe de ces change-

* 2123. mens dans le Chapitre ſuivant *; & nous verrons auſſi dans la ſeconde partie de ce Livre, que *la chaleur augmente l'Elaſticité*, & que *le Froid la diminue*.

Le Chap. V. de ce Livre contiendra encore quelques autres Expériences touchant l'Elaſticité de l'Air.

CHAPITRE III.

De quelques autres Fluides Elaſtiques.

2118. OUtre l'Air, il y a divers autres Fluides Elaſtiques. La Vapeur eſt un des plus conſiderables. J'en parlerai dans le Chapitre 10me de ce Livre.

2119. *Il ſe détache de la plupart des Corps, par la Fermentation, l'Effervescence, la Putrefaction & la Combuſtion, des Fluides Elaſtiques*, qui different entr'eux ſuivant les Corps, dont ils ſont détachez.

2120. *Il y a un très grand nombre de Corps, dont il ſort un pareil Fluide Elaſtique, quand la Preſſion de l'Air extérieur eſt diminuée ou ôtée.*

2121. *On obſerve la même choſe dans pluſieurs Corps, dès qu'ils ſont ſimplement humectez.*

Cependant dans ces deux derniers cas la ſéparation ne ſe fait pas ſans Effervescence.

Tous

Tous ces Fluides, quelque difference qu'il y ait entr'eux, ſont ordinairement compris ſous le nom d'Air, à l'exception peut-être de la Vapeur. Car comme *l'Air* eſt ce Fluide, *qui couvre toute la Surface de la Terre*, il s'enſuit qu'il *eſt*, à proprement parler, *un mixte compoſé de differens Fluides Elaſtiques, dans lequel nagent un nombre innombrable de Corpuſcules de different genre.* 2122.

Ces Corpuſcules s'élévent à diverſes Hauteurs ſuivant leurs differentes Gravitez ſpécifiques *: de même les Exhalaiſons de differens Corps, leſquelles ſont des Fluides Elaſtiques, s'élévent auſſi dans l'Air à diverſes Hauteurs. D'où nous inferons que *l'Air, qui eſt dans un endroit élevé, ne differe pas uniquement en Denſité de celui, qui eſt dans un endroit plus bas.* * 1476. 1477. 2123.

Perſonne ne ſçauroit revoquer en doute que les differens Fluides Elaſtiques n'ayent auſſi differentes Propriétez: mais outre que la choſe paroit claire par elle même, elle eſt confirmée par pluſieurs Expériences, qui prouvent qu'il y a de la difference entre les Effets de diverſes Exhalaiſons. 2124.

Pendant que les parties, qui, ſeparées des Corps, forment des Fluides Elaſtiques, ſont encore dans ces Corps, elles tiennent enſemble ou bien à quelques autres parties des Corps; & par conſéquent, *elles n'appartiennent pas à la claſſe des Fluides Elaſtiques*; c'eſt ainſi que l'Eau n'eſt point Vapeur, avant que d'avoir été changée en Vapeur. 2125.

L'Eſpace, que la matière, qui deviendra Elaſtique, occupe pendant qu'elle eſt encore dans le Corps, eſt très petit en comparaiſon, de celui qu'elle occupera quand elle ſera Elaſtique, la Preſſion extérieure étant ſuppoſée la même dans l'un & l'autre cas. 2126.

C'eſt de quoi les Corps, qui ſont entièrement changez en Fluide Elaſtique, nous fourniſſent un Exemple frappant. La Glace, qui eſt un Corps ſolide, dont les parties tiennent l'une à l'autre, eſt changée, premièrement en Eau, dont les parties ont moins de Cohéſion que celles de la Glace; & enſuite en Vapeur, c'eſt-à-dire, en Fluide Elaſtique; ce dernier Fluide occupe un Eſpace au moins quatorze mille fois plus grand que celui qu'occupoit l'Eau, avant que d'avoir été convertie en Vapeur: & cela pendant que cette Vapeur eſt preſſée par le Poids de toute l'Atmoſphère, & dans les lieux mêmes dont elle exclut 2127.

l'Air: d'où il ſuit que ſi la preſſion de l'Atmoſphère étoit ôtée, l'expanſion, dont il s'agit, pourroit encore prodigieuſement être augmentée.

2128. Je ferai encore quelques autres remarques ſur les propriétez de l'Eau. On peut en ſéparer un Fluide Elaſtique, ſans que ſon Volume éprouve pour cela de diminution ſenſible, & cette ſéparation ſe fait par la Chaleur, par le Froid, ou en ôtant la Preſſion de l'Atmoſphère.

Si la Preſſion de l'Atmoſphère ceſſe tout à coup, la ſéparation, dont nous parlons, ſe fait auſſi très ſubitement.

1. Experience.

2129. TAB. LXIII. Fig. 8. On remplit tout-à-fait d'Eau le Verre AB; au bout B eſt attaché un Cylindre de cuivre, auquel, par le moyen d'une Vis doit être jointe la Seringue repreſentée dans la Figure 1. de la Planche LXXI.

Quand on tire le piſton de la Seringue, l'Eau deſcend par ſa Peſanteur dans la Seringue, & il ſe forme au haut du Verre, un eſpace vuide d'Eau & d'Air. Dans l'inſtant même que cela arrive, on apperçoit dans l'Eau des Bulles d'un Fluide Elaſtique, dont le nombre eſt ſi grand, que l'Eau en eſt toute blanchie.

2130. *Ce Fluide Elaſtique eſt different de l'Air, qui couvre la Superficie de notre Terre*, quoique l'Air en contienne une grande quantité.

2. Experience.

2131. Si l'on remplit une Phiole d'Eau, & que par le moyen du Feu, ou de quelqu'autre manière, on chaſſe tout le Fluide Elaſtique qu'elle contient: ſi on tourne enſuite cette Phiole, & qu'en y laiſſant une petite Bulle d'Air, on en plonge l'ouverture dans un Vaiſſeau quelconque rempli d'Eau ordinaire, on verra que cette Bulle eſt, dans l'Eſpace de quelques jours, entrée toute entiere dans l'Eau, laquelle abſorbe de la même manière differentes Bulles ſucceſſivement. Mais il faut remarquer à l'égard de chacune de ces Bulles, que le premier jour il en entre une plus grande partie dans l'Eau, que les jours ſuivans.

2132. Nous inferons de cette Expérience, que l'Air eſt compoſé de differentes particules, dont les unes entrent plus facilement dans l'Eau que les autres, & y reſtent.

D'où

D'où il ſuit que l'Eau, étant expoſée à l'Air ouvert, abſorbe une plus grande quantité de cette matière, qui entre plus facilement; & que l'Air, qui entre, eſt different de l'Air extérieur. On a auſſi eu occaſion d'obſerver plus d'une fois, que, quand la Preſſion de l'Atmoſphère eſt diminuée, le Fluide en queſtion ſe dilate davantage, que ſuivant la règle de l'Art. 2101. Au reſte, la dilatation de ce Fluide eſt quelque choſe de prodigieux.

L'Eſpace qu'il occupe dans l'Eau eſt très petit; car, comme je l'ai dit, le Volume de l'Eau ne paroit pas ſenſiblement diminué, après que le Fluide, dont il s'agit, en a été ſeparé; & Mariotte rapporte, touchant la dilatation de cette Matière Elaſtique, une Expérience, qui prouve que cette même Matière, après avoir été chaſſée de l'Eau par le moyen de la Chaleur, s'étant refroidie, & ſoutenant tout le poids de l'Atmoſphère, a occupé un Eſpace dix fois plus grand que celui qu'occupoit l'Eau, dans laquelle elle avoit été contenue. 2133.

Nous verrons dans le Chapitre 5me de ce Livre *, combien ce Fluide peut être dilaté; s'il ne ſe dilate que dix mille fois, l'Eſpace qu'il occupera ſurpaſſera cent mille fois celui qu'occupoit l'Eau, dont il eſt ſorti. Et pour ce qui regarde la proportion qu'il y a entre l'Eſpace que cette Matière Elaſtique occupoit dans l'Eau, & celui qu'elle occupe dans la ſuite après ſa dilatation, il n'eſt gueres poſſible de la déterminer. 2134. * 2196.

Nous inferons de ce qui vient d'être dit, que *les Particules, qui compoſent des Fluides Elaſtiques*, ne ſont pas de même nature que celles des autres Corps Elaſtiques; car il n'eſt pas poſſible que chacune de ces Particules augmente en même raiſon que tout le Volume qu'elles forment enſemble, en conſervant dans chaque degré d'expanſion une Superficie, exempte d'Angles ou d'Inégalitez: car durant toute l'expanſion les Particules ſe meuvent aiſément entr'elles: d'où il ſuit que ces Particules *ne ſe touchent pas mutuellement, quoi qu'elles s'entre-repouſſent*; propriété dont il a déja été fait mention *. 2135. * 75. 87.

CHA-

CHAPITRE IV.

De la Machine Pneumatique.

2136. L'Elaſticité de l'Air a donné lieu à la conſtruction d'une Machine, par le moyen de laquelle, on tire l'Air d'un Vaiſſeau. Cette Machine, qu'on conſtruit de pluſieurs manières differentes, s'appelle *la Machine Pneumatique.*

De quelque manière qu'elle ſoit conſtruite, la principale partie en eſt un Cylindre de Métal creux & poli en dedans. Ce Cylindre admêt un Piſton qui s'ajuſte ſi exactement à ſa Superficie intérieure, qu'il ne puiſſe point paſſer d'Air entre deux. On enfonce ce Piſton juſqu'au fond du Cylindre: enſuite on le retire, & par ce moyen la cavité du Cylindre ſe trouve vuide d'air. Si cette cavité a communication avec un Vaiſſeau quelconque, par un Tuyau adapté au fond du Cylindre, l'Air ſe dilatera dans le Vaiſſeau, & entrera en partie dans le Cylindre, enſorte que ſa Denſité ſera la même dans le Cylindre & dans le Vaiſſeau. Suppoſons à preſent qu'on intercepte toute communication entre le Vaiſſeau & le Cylindre, & qu'on faſſe de nouveau ſortir du Cylindre l'Air dilaté, qui y étoit, en pouſſant le Piſton juſqu'au fond du Cylindre: Si l'on retire encore le Piſton, après avoir r'ouvert la communication entre le Cylindre & le Vaiſſeau, l'Air ſera de nouveau dilaté dans le Vaiſſeau; & à force de repeter la même Opération, la Denſité de l'Air ſe trouvera à la fin être très petite en comparaiſon de ce qu'elle étoit au commencement. Cependant tout l'Air qui étoit dans le Vaiſſeau, ne pourra jamais en être tiré par ce moyen, à cauſe que chaque fois l'Air ſe dilate de manière à avoir la même Denſité dans le Cylindre & dans le Vaiſſeau; d'où il ſuit qu'il doit toujours reſter tant ſoit peu d'Air dans ce dernier.

2137. Mais après qu'à force de repeter ces Opérations, l'Elaſticité a été diminuée autant qu'il étoit poſſible, la Règle de l'Art. 2109, qui porte, que l'Elaſticité de l'Air eſt proportionelle à ſa Denſité, & qui a lieu dans des dilatations peu conſiderables, ne pourra point être appliquée ici. Outre cela l'Elaſticité de cet Air,

Air, qui reſte, n'eſt pas la même en tout Tems, & n'éprouve aucune diminution ſenſible par la dilatation, comme nous le verrons dans le Chapitre ſuivant *. * 2191.

Ce que nous venons de dire eſt commun à toutes les Machines Pneumatiques: voici en quoi elles different. 1. Il y a differentes manières de fermer & de rouvrir la communication entre le Vaiſſeau & le Cylindre. 2. Il y a auſſi de la diverſité entre les Méthodes de chaſſer l'Air du Cylindre, en pouſſant le Piſton contre le fond. 3. Un Piſton différe de l'autre dans differentes Machines Pneumatiques. 4. La ſituation du Cylindre n'eſt pas la même dans toutes ces Machines. 5. Il y a de la difference entre les moyens dont on ſe ſert pour mouvoir le Piſton. 6. Enfin, on ſe ſert ſouvent de deux Cylindres, dans l'un deſquels le Piſton monte pendant que celui de l'autre Cylindre deſcend. 2138.

La Machine Pneumatique, dont je me ſers, eſt repréſentée ici d'un coté. Le coté oppoſé ſe voit dans la Fig. 1. de la Planche LXVIII., avec ſa porte fermée. Je ne donnerai point à preſent la Deſcription de cette Machine, & me contenterai d'indiquer certaines choſes générales, reſervant le détail, dans lequel il faudroit entrer, pour quelque autre occaſion. TAB. LXIV.

Machine Pneumatique.

Dans la Planche LXIV. la Machine eſt repreſentée par devant, les portes de la Caiſſe, dans laquelle elle eſt renfermée, ôtées. 2139. TAB. LXIV

La même Machine, tirée de ſa Caiſſe, eſt repreſentée par derriére dans la Planche LXV. Et les mêmes lettres déſignent les mêmes parties dans les deux Figures. TAB. LXV.

La Machine eſt compoſée de deux Cylindres A & B, dans chacun deſquels ſe meut un Piſton, dont les parties ſéparées ſe voyent en C, D, E & F.

A la Plaque inférieure de la partie D, eſt attaché un petit Tuyau quarré *d*, dont la cavité répond à une ouverture *n* faite dans la Plaque même. 2140.

Ce petit Tuyau traverſe le Cylindre de Liege F, qui eſt retenu par la Plaque E, à laquelle tient le Solide *g*, qui pénétre dans le petit Tuyau *d*. Ce Solide donne entrée à une Vis *e*, dont la tête couvre en *n* l'ouverture qui répond au Tuyau *d*. On affermit entre la Plaque E & le Liege F, un morceau

ceau de cuir *f*, qui déborde de tous cotez, & qui, pendant que le Piſton eſt attiré ou repouſſé dans le Cylindre, s'applique tout autour du Liege. C'eſt la Methode dont on ſe ſert en Angleterre. Ce Cuir doit être maceré dans de l'Huile & dans de l'Eau, comme je l'ai dit dans l'Art. 1436.

Avant que de faire uſage des Piſtons il faut les laiſſer pendant quelques Heures dans l'Eau, & les bien frotter d'Huile. Quand le Piſton eſt dans ſa Pompe, on verſe par deſſus une petite quantité d'Eau.

2141. Le Cuir, dont je me ſers, eſt d'une peau de Veau paſſée en mégie dont le coté de l'Epiderme doit être appliqué au Liege; mais il faut prendre garde, que le Piſton rempliſſe exactement la Pompe, ſans néanmoins trop preſſer cette partie du Cuir, qui deborde; car ſi ce Cuir vient à ſe ſécher, parce que l'Huile & l'Eau en ont été exprimées, le Piſton ne retient plus l'Eau, quand il doit ſoutenir toute la Preſſion de l'Atmoſphère. Quand l'épaiſſeur du Cuir eſt telle qu'il faut, on peut ſe ſervir deux ou trois mois de ſuite de la même Machine Pneumatique, ſans ôter une ſeule fois les Piſtons: ce qu'il faut néanmoins avoir ſoin de faire, quand, l'Huile étant épaiſſie, le Cuir reſte comme collé contre la paroi de la Pompe, & qu'on a peine à faire jouer les Piſtons: en ce cas il faut les ôter, pour bien enduire d'Huile le Cuir, après l'avoir tant ſoit peu ſeparé du Liege, & laiſſer les Piſtons durant quelques Heures dans l'Eau.

2142. La Queüe C du Piſton eſt, comme dans la plupart des Machines Pneumatiques, garnie de Dents; & le bout inférieur *c* de cette Queüe ſe termine en Cylindre. Cette partie Cylindrique traverſe une cavité de même figure, qui eſt pratiquée dans l'avance *p* du Piſton. Le Diamètre de cette Cavité ne ſurpaſſe que tant ſoit peu celui du Cylindre *c*, & l'on peut faire avancer ou reculer la Queüe C, l'eſpace de trois quarts de pouce, ſans que pour cela le Piſton change de place.

TAB. LXIV. LXV. Le jeu des deux Piſtons ſe fait par le moyen de la Roüe R, qui dans ſon mouvement, en allant & en revenant, décrit environ un tiers de Cercle.

2143. On mêt ſur la Plaque G les Vaiſſeaux, dont on veut faire ſortir l'Air; & ces derniers ont communication avec les Cylin-

ſindres par le Tuyau XXX. Car il y a au deſſous de la Plaque G une cavité, qui répond au Tuyau II, qui eſt garni de deux Robinets Y, Z. Entre ces Robinets eſt joint au Tuyau II l'autre Tuyau XX, qui a communication avec les Corps de Pompes, par deſſous la Plaque, qui les ſoutient.

Chacune des Pompes a un Robinet au deſſous de ſon fond; 2144.
les Queües de ces Robinets ſe voyent en L, L, & tiennent tellement l'une à l'autre par la Règle de cuivre P P, que cette Règle fait toujours mouvoir les deux Robinets en même tems. A l'Aiſſieu de la Roüe R eſt jointe, par derriére, une eſpèce de Croix de fer H N M, qui fait mouvoir les Robinets.

Dans la ſituation, où les Figures, que nous avons indiquées, repreſentent les parties de la Machine, la Pompe B a communication avec le Vaiſſeau, dont il eſt queſtion de tirer l'Air; la Pompe A communique avec l'Air extérieur; en pouſſant en bas le Piſton de cette Pompe, on en chaſſe l'Air, & en même tems on fait monter l'autre Piſton.

L'Air, qui eſt chaſſé de la Pompe, paſſe par le Robinet, & 2145.
en ſort en *l*, où il y a une petite avance, pour qu'une Soupape de Cuir puiſſe fermer l'ouverture. Cette Soupape ferme l'entrée à l'Air extérieur, & l'on peut s'en paſſer; cependant elle diminue le travail.

Quand le Piſton va donner contre le fond de la Pompe A, 2146.
le bout N de la Croix paſſe ſur la Roulette *v*, & en abaiſſant cette Roulette, eléve le bout *s* de la Pièce de fer S V, qui tourne autour de la Queüe *o*; cette Queüe traverſe le Cylindre O au milieu de la Règle P P, à laquelle ce Cylindre eſt attaché; pour la Pièce SV elle reprend d'abord ſa premiere ſituation, & dans l'inſtant même que cela arrive, le Piſton va donner contre le fond de la Pompe.

Enſuite le mouvement de la Roüe doit être dirigé dans 2147.
un ſens contraire. Le bout N de la Croix donne en revenant contre la Roulette *v*, qu'il pouſſe & abaiſſe juſqu'à ce qu'il puiſſe paſſer librement par deſſus.

Pendant que cela ſe fait les Robinets L, L, tournent, en décrivant un Arc de quatre-vingt dix degrez; & la communication entre la Pompe B & le Vaiſſeau ſe ferme, mais ſe rouvre entre la même Pompe & l'Air extérieur; le contraire a lieu par rapport à la Pompe A.

Durant ce mouvement des Robinets, la Queüe C eſt à la verité tant ſoit peu tirée en haut, mais cela n'empêche pas que le Piſton ne reſte appliqué au fond de la Pompe; ce qui eſt néceſſaire pour que l'Air extérieur ne r'entre point dans cette Pompe. La maniére dont cela s'exécute, a été expli-
* 2142. quée ci-deſſus *.

Si le mouvement de la Roüe continue encore, le Piſton de la Pompe A, qui a communication avec le Vaiſſeau dont on veut tirer l'Air, ſera élevé, l'Air ſortira de la Pompe B, & le bout M de la Croix paſſera par deſſus la Roulette *v*; ainſi ce que nous avons dit ſur le mouvement contraire, a de même lieu en cette occaſion.

2148. TAB. LXIV. On employe à mouvoir la Roüe la Manivelle *m m*, qui peut avoir deux pieds de longueur. Cette Manivelle eſt diſpoſée horizontalement, quand les bouts M & N de la Croix ſont auſſi dans une ligne horizontale.

2149. Quand on éprouve une plus grande reſiſtance dans le moment que les Robinets tournent, que dans le reſte du mouvement, c'eſt un ſigne qu'il faut les enduire d'Huile & d'un peu de Cire; précaution qu'il eſt néceſſaire de repeter, quand il fait chaud, & qu'on s'eſt ſervi de la Machine trois ou quatre Heures de ſuite.

2150. * 2143. Pour ce qui regarde les Robinets Y & Z, dont il a été fait mention *, la communication entre le Vaiſſeau, dont on a tiré l'Air, & les Cylindres, eſt fermée par le premier; & par le moyen du ſecond l'on peut faire rentrer l'Air dans le Vaiſſeau, en empêchant pourtant que cet Air n'ait communication avec l'Indice Mercuriel.

2151. TAB. LXIV. LXV. Cet Indice eſt repreſenté en Q, & ſert à marquer la quantité d'Air, qui a été tirée du Vaiſſeau, comme auſſi celle qui y reſte; on peut le faire ſervir outre cela à meſurer les capacitez des Vaiſſeaux, dont on tire l'Air, ce qui a ſon uſage dans pluſieurs Expériences. Notre Indice eſt autrement fait que les Indices ordinaires.

2152. Il y a en K un petit Tuyau, percé à ſon bout ſupérieur, & garni à ſon bout inférieur d'une Vis; ce Tuyau penétre dans la Plaque G, & c'eſt par ſon ouverture que l'Air paſſe du Vaiſſeau dans la Pompe.

2153. On ajuſte quelquefois au même endroit un petit Cylindre tour-

tourné en Vis par le moyen duquel on peut appliquer à la Machine un Globe, ou quelque autre Vaſe ſemblable, qu'on veut vuider d'Air; le plus ſouvent ce vaſe a un Robinet pour pouvoir le fermer quand on veut le ſéparer de la Pompe, après en avoir tiré l'Air.

Au milieu de la Plaque G il y a un trou en *a*, afin de pouvoir par ce moyen joindre différentes Machines à la Plaque. Quand on ne s'en ſert pas, on le ferme à Vis. 2154.

On y joint de cette manière, entr'autres choſes une Boëte Cylindrique, remplie de morceaux de cuir de figure ronde, & enduits de cire, par les centres deſquels paſſe une Verge de cuivre, qu'on peut mouvoir dans le Vuide à l'aide d'un manche. Pour que les Cuirs ſoient mieux comprimez, & que tout paſſage ſoit bouché à l'Air, la Boëte Cylindrique eſt garnie d'un Couvercle, qui y entre à Vis. 2155.

On joint ſouvent une ſemblable Boëte au Couvercles des Vaiſſeaux, dont on veut tirer l'Air, comme cela eſt repreſenté dans la Fig. 3. de la Planche III. & dans pluſieurs autres Planches de ce Livre.

Quand il s'agit d'appliquer à la Plaque G, des Vaiſſeaux, ou à ces Vaiſſeaux des Couvercles, de façon que l'Air extérieur n'y entre pas de quelques Heures ou de quelques Jours, il faut ſe ſervir d'une compoſition faite de quatre parties de Cire blanche, de deux parties de Poix reſine, & d'une partie d'Huile d'Olive; la Proportion de l'Huile eſt tant ſoit peu moindre en Eté, & plus grande en Hyver. 2156.

Si le temps, durant lequel on voudroit empêcher l'Air de rentrer, eſt moins conſiderable, il ſuffit d'appliquer les Vaiſſeaux ſur un Anneau de Cuir mince qu'on a mis tremper pendant quelques jours dans de l'Huile; cet Anneau, chaque fois qu'on veut s'en ſervir, doit être bien frotté d'Huile, & laiſſé un quart d'Heure dans de l'Eau. Quand on a ceſſé de faire des Expériences, on ſêche le Cuir avec un Linge, & le même Anneau, pourvû qu'on le garde dans un endroit ſec, peut ſervir pendant pluſieurs Années. 2157.

Machine Pneumatique
Simple.

Je vais dire, en peu de mots, de quelle manière pluſieurs des uſages de notre Machine Pneumatique peuvent 2158. Tab. LXVI.

avoir lieu dans une Machine plus petite & plus ſimple.

Cette derniere n'a qu'un Cylindre A, appliqué à la Planche verticale B B.

Le Piſton en eſt ſemblable à celui que nous avons expli-
* 2140. qué ci-deſſus*. La Queüe en eſt auſſi garnie de Dents, qui répondent à celles d'un Secteur de Cercle, par le moyen duquel cette Queüe eſt attirée & repouſſée: & ce mouvement lui eſt communiqué par la Maniveile *m m*, qu'on adapte à un Aiſſieu, qui paſſe par le centre du Secteur.

2159. A ce même Aiſſieu, mais à l'autre bout, eſt attachée une eſpèce de Croix de fer H P O deſtinée à mouvoir le Robinet, qui eſt attaché au deſſous de la Pompe. Ce Robinet a une Queüe L, qui s'étend également des deux cotez, & au bout ſupérieur de laquelle eſt jointe la Roulette *v*; au bout inférieur eſt fixée la Cheville de fer *s*.

Quand le Robinet eſt dans la ſituation marquée par la figure, il y a communication entre la Pompe & l'Air extérieur, par l'ouverture qui eſt en *l*, & c'eſt par cette ouverture que
* 2144. l'Air ſort, quand on abaiſſe le Piſton *.

Quand le Piſton eſt peu eloigné du fond de la Pompe, M paſſe par deſſus la Roulette *v*, après quoi O va donner contre la Cheville *s*, & en la preſſant éléve tant ſoit peu la Roulette *v*; ce qui fait changer le Robinet de ſituation, ſans que le chemin par où l'Air peut ſortir, en ſoit ſenſiblement retréci pour cela. Dans cette ſituation du Robinet le Piſton eſt appliqué au fond de la Pompe, où il ne reſte plus d'Air.

2160. Le mouvement du Secteur eſt enſuite dirigé dans un ſens contraire au premier; M donne contre la Roulette *v*, ce qui fait tourner le Robinet, & dans le même tems le Piſton eſt
* 2147. élevé *. Lorſque le Piſton eſt preſque arrivé au haut de la Pompe, les Parties N & P de la Croix, produiſent le même effet, qu'ont produit les parties M & O; & le Secteur, dont le mouvement a une direction oppoſée à la premiere, fait de nouveau tourner le Robinet.

Pendant que le Piſton monte, il y a communication par le moyen du Tuyau X X, entre la Pompe & les Vaiſſeaux,
* 2143. qu'on mêt ſur la Plaque G *, ou qu'on joint à la Machine
* 2163. en K *.

2161. Le Robinet Y ſert à fermer toute communication entre la Pom-

Pompe & les Vaiſſeaux, dont on veut tirer l'Air; & en tournant le même Robinet, on fait rentrer l'Air dans ces Vaiſſeaux.

L'Indice Mercuriel Q, a les uſages, que j'ai indiquez *; celui qui eſt repreſenté ici eſt très ſimple, etant compoſé d'un Tuyau de Verre, qui a plus de trois pieds de longueur, & dont le bout inférieur eſt plongé dans du Mercure. On pourroit auſſi faire uſage de l'Indice repreſenté dans la Planche LXV. 2162. * 2151.

Ce que nous avons dit de la Machine Pneumatique à deux Cylindres dans les Art. 2152. 2153. 2154. 2155. 2156. & 2157., doit être appliqué à celle dont nous venons de faire la deſcription.

CHAPITRE V.

Diverſes Expériences touchant la Peſanteur de l'Air & ſon Elaſticité.

NOus avons vû que l'Air eſt peſant *; on peut en déterminer le poids comme celui des autres Corps, & comparer ſa Denſité avec la leur *. Si on pêſe un Vaiſſeau plein d'Air, & après que l'Air en eſt tiré, la Difference des poids exprimera le poids de l'Air. Il faut ſe ſervir d'une Balance qui indique les plus légeres differences. 2163. * 2084. * 1463.

I. Experience.

On ſuſpend au Bras B de la Balance AB, la Boule de Verre G *; dont on a tiré l'Air, & dont la capacité eſt de 283 Pouces cubes; après quoi on mêt des Poids dans le Baſſin L pour qu'il y ait Equilibre. On ouvre le Robinet E, & l'Air etant rentré, l'Equilibre ſe trouve détruit; pour le rétablir, il faut ajouter environ cent Grains au Poids qui eſt dans le Baſſin; je dis environ, parce qu'il en faut quelquefois davantage, & quelquefois moins, ſuivant la differente conſtitution de l'Air, qui ſouffre divers changemens, tant par les variations qu'eprouve le Poids de l'Atmoſphère, que par d'autres cauſes. 2164. TAB. LXVII. Fig. 1. * 2153.

Nous avons vû que les Corps, plongez dans des Fluides, étoient plus ou moins ſoutenus par ces Fluides, ſuivant que les Volumes de ces Corps ſont plus ou moins grands *; & que la Den- 2165. * 1495.

Denſité d'un Fluide etant connuë déterminoit le Poids que
* 1478. doit perdre un Corps qui y eſt plongé *. D'où il ſuit, que par le moyen de l'Experience précedente on peut ſçavoir de combien les Corps ſont moins peſants dans l'Air que dans le Vuide.

2166. Il ſuit des mêmes principes, que *des Corps, qui ſont en Equilibre dans l'Air, ne péſent pas également dans le Vuide, ſi leurs Volumes ſont inégaux*, ce qui paroit par l'Experience ſuivante.

2. EXPERIENCE.

2167. TAB. LXVII. Fig. 2. On applique la petite Lame de Cuivre *e i* à la Plaque G de la Machine Pneumatique, & par le moyen du Tuyau K, dont la Vis pénétre dans la Lame, on affermit celle-ci. A cette Lame eſt attaché en *i* un Cylindre, peu élevé, auquel tient une Lame de cuivre F H, qui empêche, que les Corps, qui ſervent à faire l'Expérience, ne touchent, dans leur mouvement, l'Anneau de Cuir *, appliqué à la Plaque G.
* 2157.

Au bout *e* de la petite Lame *e i*, eſt affermie une Verge de cuivre, dont le bout ſupérieur eſt recourbé, pour qu'on puiſſe y attacher verticalement la Lame L, qui eſt garnie vers le bas d'un Crochet, & qu'on peut non ſeulement hauſſer & baiſſer, mais auſſi affermir à l'aide de la Vis *n*: On ſuſpend à ce Crochet une petite Balance très exacte, dont un des Bras eſt chargé du morceau de Cire D, qui eſt préciſément de même Poids que le Morceau de Plomb P, qu'on attache à l'autre Bras par une petite Chaine ſemblable à celle, à laquelle tient le Corps D; enſuite on affermit la Lame L à la hauteur requiſe pour que la Balance ne ſoit ſuſceptible que d'un très petit mouvement.

On couvre le tout du Recipient de Verre R, dont on n'a pas plutôt tiré l'Air, que la Cire, dont le Volume eſt plus grand que celui du Plomb, l'emporte auſſi ſur le Plomb en peſanteur. La raiſon en eſt, que l'Air ſoutenoit davantage la Cire que le Plomb. Quand on fait rentrer l'Air dans le Récipient, l'Equilibre ſe rétablit.

2168. L'Elaſticité de l'Air a été prouvée dans le 2me Chapitre de ce Livre: mais elle devient encore plus ſenſible par l'Experience ſuivante.

3. Ex-

3. Experience.

On prend une Veſſie bien fermée, dans laquelle il n'y ait que très peu d'Air, & on la met ſous le Recipient; ſi l'on tire l'Air du Recipient, la Superficie extérieure de la Veſſie n'aura plus la même Preſſion à ſoutenir, & dans ce même tems, l'Air renfermé dans la Veſſie, ſe dilatera & la fera enfler. 2169.

Nous avons vû que la Force de l'Elaſticité étoit égale au Poids de toute l'Atmoſphere *. L'Expérience ſuivante mêt dans tout ſon jour l'Effet de cette Force. 2170. * 2115.

4. Experience.

On applique une Veſſie bien fermée, & qui n'eſt remplie d'Air qu'en partie, au fond de la Boëte de bois A, dont le diamètre intérieur eſt de trois Pouces. Après quoi l'on place dans cette Boëte un Poids de Plomb P, de quarante Livres, qui entre dans la Boëte de façon qu'il n'y reſte d'autre eſpace vuide que celui qu'occupe la Veſſie. 2171. TAB. LXVII. Fig. 3.

Si l'on couvre enſuite la Boëte d'un Recipient de Verre aſſez haut, pour que le Poids P puiſſe être élevé à la hauteur d'un Pouce, & que l'on tire l'Air du Recipient, la Veſſie s'enflera, comme dans l'Expérience précedente, ce qui fera hauſſer le Poids: la même choſe arriveroit également, quand ce dernier ſeroit une fois plus grand.

Voici une autre Expérience, dans laquelle on apperçoit d'un même coup d'œuil les Effets de la Peſanteur de l'Air & de ſon Elaſticité. 2172.

5. Experience.

On introduit dans l'ouverture *a*, qui eſt au milieu de la Plaque G, en deſſous de cette Plaque, le Cylindre de cuivre B, qui eſt percé, & à la partie ſupérieure duquel il y a une Vis, qui convient avec l'Ecrou de l'ouverture. Ce Cylindre eſt attaché au Tuyau de Verre T, qui eſt ouvert des deux cotez, & dont il faut plonger le bout inférieur dans le Mercure que contient la Boëte P. Le Mercure ſe ſoutient dans le Tube de Torricelli *i g*, à la hauteur que nous avons marquée *. On place le Vaiſſeau V, avec le Tube, ſur la Plaque G, & l'on couvre ce Vaiſſeau du Recipient de Verre R. Ce Recipient eſt ouvert par enhaut, & pour le fermer on ſe ſert du Couvercle de cuivre E: à ce Couvercle tient le Cylindre C, dans 2173. TAB. LXVIII. Fig. 1. * 2154. * 2085.

lequel on a introduit le bout du Tuyau de Verre D, qui eſt fermé par enhaut, & aſſez large pour contenir le Tube *i g*. Par là toute communication eſt interceptée entre l'Air extérieur & le Vaiſſeau V. L'Air, qui eſt dans le Tuyau T, n'a communication qu'avec celui qui eſt dans le Recipient R, & dans le Tuyau D, & empêche par ſon Elaſticité que la Preſſion de l'Air extérieur ne faſſe monter le Mercure dans le Tuyau ; enfin l'Air, contenu dans le Recipient, ſoutient
* 2115. par ſon Elaſticité le Mercure dans le Tube *g i* *. Cela étant, ſi l'on commence à tirer l'Air du Recipient R, la Denſité,
* 2109. & par cela même l'Elaſticité de celui qui reſte *, diminuera continuellement, à meſure qu'on continuera cette Opération ; ainſi le Mercure baiſſera dans le Tube *g i*, n'y étant plus ſoutenu avec la même Force. Dans ce même tems la Preſſion de l'Air extérieur ſurmonte la Reſiſtance du Mercure dans le Tuyau T, & le fait hauſſer dans ce Tuyau. La diminution d'Elaſticité dans le Tuyau T & dans le Recipient R, eſt la même, & l'Effet de cette diminution le même auſſi dans l'un & l'autre cas : c'eſt pourquoi le Mercure baiſſera autant dans le Tube *i g*, qu'il montera dans le Tuyau T ; ce qui s'accorde avec l'Expérience ; par cette méthode on fait monter le Mercure juſqu'à la hauteur *f*, pendant que le Tube *g i* ſe vuide preſque entiérement ; ſi l'on fait rentrer l'Air, le Mercure monte dans le Tube *g i*, pendant qu'il baiſſe dans le Tuyau T.

2174. Il eſt facile de confirmer par cette Expérience la Règle,
* 2101. donnée * touchant l'Elaſticité de l'Air. La même proportion a toujours lieu à l'égard de la quantité d'Air, qui eſt chaſſée de la Machine à chaque coup de Pompe ; car l'Air, contenu dans le Recipient, quand le Piſton eſt appliqué au fond de la Pompe, eſt toujours à l'Air, qui reſte dans le Recipient, après que le Piſton eſt élevé, comme la Capacité du Recipient, & de cette partie du Cylindre que le Piſton laiſſe vuide, à la Capacité du Recipient ſeul.

2175. D'où nous inferons, que *les quantitez d'Air, qui reſtent, après chaque coup de Piſton, forment une Progreſſion Geo-*
* 1459. *métrique, ſemblable à celle que forment* les Denſitez *, auſſi
* 2109. bien que *les Elaſticitez* *. L'Expérience ſuivante prouve cette Progreſſion des Elaſticitez.

6. Ex-

6. Experience.

Cette Expérience ſe fait avec le Tuyau T, & avec un Recipient quelconque. Celui, dont je me ſuis ſervi, étoit de médiocre grandeur. Après deux coups de Pompe, c'eſt-à-dire, après que chaque Piſton a été élevé & abaiſſé une fois, le Mercure a été dans le Tuyau T à la hauteur de 11,1 Pouc. après deux autres coups de Pompe, le Mercure a monté juſqu'à 17,85 Pouc.; Enfin après deux autres coups de Pompe encore, le Mercure a monté à 22,1 Pouc. 2176. TAB. LXVIII. Fig. 1.

La Hauteur dans le Tuyau vuide étoit de 29 Pouc.

Donc les Forces, qui ont comprimé l'Air, & qui ſont égales aux degrez d'Elaſticité, étoient 29; 17,9; 11,15; 6,9 *; nombres, qui ne s'éloignent guères d'une Progreſſion Geométrique: les deux moyennes Proportionnelles entre le premier & le quatrième, formant cette Proportion, 29; 17,97; 11,14; 6,9. 2177. * 2190.

Nous avons dit dans la cinquième Expérience, que le Tube renfermé dans le Recipient, ſe vuidoit à peu près; car s'il n'y a point d'Air du tout dans la partie ſupérieure du Tube, il ne ſera jamais poſſible de chaſſer l'Air du Recipient, enſorte que le Mercure ſoit à la même Hauteur dans le Vaiſſeau & dans le Tube; ſi cela arrive, comme il ſe peut quelquefois, par la faute de ceux qui font l'Expérience, on peut être ſûr qu'il y a eu de l'Air dans le Tube. 2178.

Le Mercure, qui reſte dans le Tube, marque qu'il reſte encore quelque Preſſion ſur la Superficie du Mercure, qui eſt dans le Vaiſſeau. 2179.

Nous avons vû que, quoique l'Air ne put jamais être parfaitement tiré des Recipiens, il y avoit cependant moyen de le diminuer aſſez, à force de pomper, pour que ſa Denſité ne fut point ſenſible *. La choſe eſt bien claire, ſi l'on fait attention à la conſtruction des Pompes; car, on ne chaſſe pas abſolument tout l'Air, quand on applique le Piſton au fond de la Pompe; d'où il ſuit que *quand on tire l'Air d'un Vaiſſeau, on ne ſçauroit diminuer la Denſité de cet Air, au delà d'un certain degré déterminé:* Denſité, qui ſe trouve néanmoins, par le Calcul, être *ſi* petite, que *l'Elaſticité* ſeroit très peu ſenſible, ſi elle *diminuoit en même raiſon que la Denſité.* S'il y avoit de reſte la ſix-centième partie de l'Air (& il eſt 2180. * 2136. 2181. 2182.

facile de prouver que *ſouvent* il en reſte moins) *l'Elaſticité ne ſoutiendroit pas le Mercure à la Hauteur d'un vingtième de Pouce.* Determinons à preſent combien vaut preciſément l'Elaſticité.

2183. C'eſt ce qu'on peut faire aiſément, en ſe ſervant dans la cinquième Expérience, du Tube de Torricelli, parfaitement vuide d'Air; car en ce cas, après qu'on a tiré l'Air du Recipient, la Hauteur du Mercure dans le Tube, fait voir immédiatement la Force Elaſtique de l'Air, qui reſte. Avant de plonger le Tube dans le Mercure, il eſt fort difficile de le remplir ſi exactement, qu'il n'y ait plus abſolument aucun Air.

2184. Le meilleur moyen eſt de ſe ſervir d'un Baromètre. C'eſt le nom qu'on donne au Tube de Torricelli, appliqué à une Planchette, ſur laquelle on a marqué à coté du Tube les Diviſions, qui font d'abord connoître la Hauteur du Mercure dans le Tube. Un pareil Inſtrument eſt fait avec plus de ſoin, qu'on n'en employe à remplir un Tuyau, qui ne doit ſervir qu'à une Expérience ou deux. Cela étant, ſi l'on a un Baromètre fait par un bon Ouvrier, & dans lequel les diviſions indiquent

2185. exactement la Hauteur du Mercure dans le Tube, *il faudra ſouſtraire de la Hauteur du Mercure dans le Baromètre, laquelle eſt connue, la plus grande Hauteur, à laquelle le Mercure peut monter dans le Tuyau* T, *& la difference exprimera la Hauteur, où le Mercure peut être ſoutenu par l'Elaſticité de la Matière, qui reſte dans le Recipient.*

2186. Si l'on n'a pas un pareil Baromètre, on pourra s'y prendre de la manière ſuivante. Il faut remplir de Mercure un petit Tuyau de la longueur d'environ trois Pouces, & plonger ce Tuyau dans un Vaiſſeau où il y a du Mercure, préciſément

* 2085. comme il a été dit du Tube de Torricelli *; il eſt plus aiſé de remplir exactement un pareil Tuyau; & quand on l'a une fois preparé, on peut le conſerver ſans peine dans le même état, & s'en ſervir toutes les fois qu'on en a beſoin; celui dont je me ſers, eſt rempli depuis plus de vingt ans. Il faut appliquer le long du Tuyau, à un de ſes cotez, un Papier, ſur lequel eſt tracée une ligne diviſée en Pouces & en parties de Pouce. J'ai ſuivi la meſure du Rhin en Pouces & en Lignes. Le Tuyau doit être affermi de façon qu'il ſoit vertical.

7. Experience.

Le tout étant ainſi préparé, on couvre un petit Vaiſſeau V avec ſon Tuyau A B d'un Recipient quelconque R; enſuite, après avoir tiré l'Air, autant qu'on le peut, on meſure la Hauteur du Mercure par le moyen des diviſions appliquées au Tuyau. 2187. TAB. LXIX. Fig. 1.

Cette Hauteur varie ſuivant la differente conſtitution de l'Air, & eſt toujours plus grande quand l'Air eſt humide. Dans ce dernier cas la Hauteur du Mercure eſt quelquefois de ſept Lignes, c'eſt-à-dire plus d'un demi Pouce; dans d'autres cas, mais qui arrivent rarement, la Hauteur ne va pas même à un quart de Pouce. 2188.

Quand l'Elaſticité de l'Air ne diminue plus, quoiqu'on continue à pomper, ce qui paroit lorſque le Mercure ne deſcend plus dans le Tuyau A B, ou quand le Mercure ceſſe de monter dans l'Indice mercuriel, il ne faut pas en conclure, qu'il n'y a pas moyen de diminuer davantage l'Elaſticité de l'Air. 2189.

L'Expérience, que nous ferons dans la ſuite touchant le Son *, démontre clairement, qu'en continuant à faire jouer les Piſtons, on diminue la Denſité de l'Air, quoique le Mercure demeure à la même Hauteur dans l'Indice; ce qui eſt une ſuite d'une propriété très remarquable de *la matière, qui reſte dans le Recipient*; car cette matière, *quoique dilatée conſerve ſon Elaſticité*; comme je l'ai indiqué ci-deſſus *, & comme je vais le prouver par l'Expérience ſuivante. 2190. * 2324. 2191. * 2137.

8. Experience.

J'employe le même Tuyau A B & le même petit Vaiſſeau V de l'Expérience précédente, & je couvre l'un & l'autre du plus petit Recipient, qu'il ſoit poſſible. Ce Recipient eſt diſpoſé de façon qu'il couvre l'ouverture *a*, qui eſt au milieu de la Plaque G. On introduit dans cette ouverture une Vis, qui tient au fond de la Pompe P, laquelle eſt jointe à la Plaque G par le moyen de cette Vis. Le Piſton remplit ſi exactement la Pompe, qu'aucun Air ne ſçauroit paſſer entre deux; au lieu que l'Air peut paſſer librement du Recipient dans la Pompe par le trou, qui eſt au fond de cette derniére. 2192. TAB. LXIX. Fig. 1.

Après avoir aſſez tiré d'Air, pour que la Hauteur du Mercure en A B fut de deux Pouces, j'ai fermé la communication en- 2193.

tre le Recipient & les Pompes, qui ſervent à le vuider d'Air; enſuite en tirant le Piſton de la Pompe P, le Mercure eſt deſcendu dans le Tuyau A B de quatre Lignes; c'eſt-à-dire, d'un ſixième de toute la Hauteur. J'ai continué encore à vuider l'Air du Recipient, & la plus petite Hauteur, à laquelle j'ai pû reduire le Mercure dans le Tuyau, a été de ſix Lignes: après quoi ayant derechef ôté toute communication entre le Recipient, & les Pompes, qui ſervent à le vuider d'Air, & aiant tiré le Piſton de la Pompe P, je n'ai pû remarquer abſolument aucun changement dans la Hauteur du Mercure dans le Tuyau; ſuivant la Règle * le Mercure auroit dû baiſſer d'un douzième de Pouce.

* 2109.

2194. La Matière Elaſtique qu'on tire de l'Eau, a auſſi la Propriété, que ſon Elaſticité ne diminue pas en même raiſon que ſa Denſité, comme nous l'avons dit dans l'Art. 2131.

9. EXPERIENCE.

2195. On renferme une Phiole ronde, à long cou, & remplie d'Eau, ſous un Recipient pareil à celui qui eſt deſigné par R dans la *Fig.* 2. de la *Planche LXXI.*, & on l'y laiſſe pendant quelque tems, après avoir tiré l'Air du Recipient, pour que la plus grande partie de la Matière Elaſtique, dont nous venons de parler, ſorte de l'Eau.

On ôte le Recipient, & renverſant la Phiole on en plonge le cou dans un Verre, qui contient de l'Eau purgée auſſi en partie de la Matière Elaſtique en queſtion. La Phiole reſtant pleine d'Eau *, on la couvre, auſſi bien que le Verre, d'un Recipient; après quoi l'on tire l'Air, juſqu'à ce que la Surface de l'Eau ſoit de niveau dans le cou de la Phiole avec la Surface de l'Eau dans le Verre. On meſure l'Elaſticité de la Matière qui reſte dans le Recipient *. Cette Elaſticité eſt égale à celle de la Matière, qui a paſſé de l'Eau dans la Phiole, durant l'évacuation; car ſi cette Matière ne preſſoit pas avec l'égalité, dont il s'agit, la Superficie de l'Eau dans le cou de la Phiole, la Preſſion ſur la Superficie extérieure de l'Eau, la feroit monter dans ce cou *.

* 2088.

* 2185. 2186.

* 1416.

Si l'on fait rentrer l'Air dans le Recipient, l'Eau montera dans la Phiole, & la Matière Elaſtique ne formera plus qu'une petite Bulle, laquelle, étant meſurée, donnera, en comparant la grandeur de la Bulle avec celle de la Phiole,

la

la dilatation de la Matière Elaſtique dans l'Expérience.

Par ce moyen on trouve qu'une pareille Bulle ſe dilate ſouvent dix mille ou quinze mille fois, & même davantage. 2196.

Dans ces ſortes d'Expériences l'Elaſticité eſt toujours aſſez forte, pour ſoutenir une Colomne de Mercure, rarement plus petite; & preſque toujours plus grande, qu'une centième partie de celle, qui eſt ſoutenue par tout le Poids de l'Atmoſphère. 2197.

Les Expériences ſuivantes ſerviront à éclaircir quelques autres Phénomenes, qui dépendent de la Peſanteur de l'Air, ou de ſon Elaſticité. 2198.

10. Experience.

Si l'on plonge dans l'Eau le bout d'une Seringue, dont le Piſton eſt appliqué au fond; & qu'on retire ce Piſton, l'Eau le ſuivra & remplira tout l'Eſpace qu'il laiſſe vuide dans le Corps de la Seringue. 2199.

Il eſt clair que cet Effet ne doit être attribué qu'à la Preſſion de l'Air extérieur; c'eſt pourquoi dans le vuide, où cette Preſſion manque, l'Eau ne monte point. 2200.

11. Experience.

Il faut joindre à la Seringue A, qui tient au Couvercle de Cuivre O, qu'on mêt au deſſus du Recipient R, le Tuyau de Verre *b c*, dont le bout *c* deſcend au deſſous de la Superficie de l'Eau, contenuë dans le Vaiſſeau V; ſi l'on applique enſuite le Piſton au fond de la Seringue, &, qu'après avoir tiré l'Air du Recipient, on retire le Piſton, l'Eau ne montera preſque point. 2201. TAB. LXVII. Fig. 4.

La Preſſion de l'Air ſur les Corps, eſt ſouvent aſſez forte pour les rompre, quand elle n'eſt pas égale de tous cotez. 2202.

12. Experience.

On couvre d'une Plaque de Verre, le Cylindre de Cuivre, ou plutôt le Cône tronqué A, & l'on empêche que l'Air ne paſſe entre le Verre & le Cuivre en mettant de la cire tout autour; ſi enſuite on tire l'Air du Cone, la Preſſion de l'Air extérieur briſera la Plaque de Verre, & la reduira preſque en pouſſière, pourvû qu'elle ne ſoit pas trop mince; ſi elle étoit trop épaiſſe, elle ſoutiendroit la Preſſion, & reſteroit entière. 2203. TAB. LXVIII. Fig. 2.

Quoi-

2204. Quoique la Preſſion de l'Air ſe faſſe de haut en bas, il arrive cependant aſſez ſouvent que quelques parties de la Plaque de Verre ſont jettées de coté & vont donner dans les yeux des Spectateurs; pour prévenir cet inconvénient, on couvre le Cone tronqué A du Recipient R. Outre cela, j'ai ſoin de couvrir d'un papier la Plaque G de la Machine Pneumatique, afin de pouvoir ôter tous les morceaux de Verre; & pour qu'aucun d'eux n'entre dans la Machine, le papier eſt perçé dans l'endroit, qui répond à l'ouverture par laquelle l'Air ſort, & ainſi permêt qu'on attache à la Plaque G le Solide de Cuivre B, dont la Vis D répond à un Ecrou ménagé dans cette ouverture. On joint au même Solide, par le moyen de la Vis C, la petite Plaque de Cuivre O, qui eſt une de celles dont je me ſers pour couvrir des Verres, comme dans la *Fig.* 4. de cette Planche. Le Solide B eſt percé, & l'on introduit dans la partie ſupérieure de l'ouverture le petit Tuyau E, recourbé en *i*; après quoi on couvre la Plaque O d'un Cuir préparé comme il a été dit touchant * 2156. les Anneaux *, & l'on mêt ſur cette Plaque le Cone tronqué A; ainſi cette Plaque ne court point riſque d'être endommagée.

2205. Si la Plaque de Verre ſe trouvoit aſſez forte pour ſoutenir tout le poids de l'Atmoſphère, il faudroit frapper deſſus un petit coup; & c'eſt dans ce deſſein que je me ſers d'un Recipient, comme R, ouvert par enhaut.

13. EXPERIENCE.

2206. TAB LXVIII. Fig. 3. Qu'on applique le Piſton au fond la Seringue A, dont le Diamètre eſt de trois quarts de pouce; & qu'après avoir fermé l'ouverture, qui eſt à ce fond, on attache à la Seringue les Poids P, *p*, qui valent enſemble cinq Livres, & qu'on ſoutienne le tout par le manche du Piſton, le Corps de la Seringue ne deſcendra point, quoiqu'il ſoit ſoutenu avec les Poids P, *p*; car il eſt impoſſible qu'il deſcende à moins que le Poids du tout ne ſurpaſſe la Preſſion de l'Air, qui eſt de plus de ſix Livres. Si l'on attache ſix Livres à la Seringue au lieu de cinq, la Seringue deſcendra, à cauſe que le Poids de ſix Livres eſt augmenté de celui de la Seringue. Au reſte il faut avoir ſoin que le frottement du Piſton ne ſoit preſque point ſenſible.

14. EX-

14. Experience.

La Seringue descend dans le vuide par sa propre Pesanteur. 2207.

15. Experience. TAB. LXVIII. Fig. 4.

L'Effet de la Pression de l'Air paroit d'une manière encore plus marquée, quand on applique l'un à l'autre deux Segmens de Sphère H & E. Nous supposons que les bords de ces Segmens s'appliquent exactement l'un sur l'autre, & qu'en mettant de la cire tout autour on empêche l'Air de passer entre deux. Dans le Segment H il y a un Robinet, par le moyen duquel on joint à la Machine Pneumatique les Segmens unis ensemble *, & qu'on ferme après avoir tiré l'Air renfermé entre les Segmens. L'Anneau A sert à suspendre les Segmens, auxquels, par le moyen de l'Anneau Q, on attache des Poids, qu'on mêt sur le Plateau T. Il faut environ cent quarante Livres, pour séparer des Segmens de trois Pouces & demi de Diamètre. 2208. TAB. LXIX. Fig. 2. * 2153.

Je me sers des trois Solives jointes en Trepied, dont il a été fait mention ci-dessus *, & j'attache l'Anneau A au Crochet V, qu'on peut hausser & baisser, de façon que le Plateau T touche presque la Terre. On attache à l'Anneau Q le Crochet G, qui tient au Crochet V par une Ficelle, pour empêcher que le Segment E ne se gâte en tombant. 2209. * 1441.

Le Poids du Plateau T avec ses Chaines est de quinze Livres; si l'on y ajoute cent-vingt & cinq Livres, les Segmens se sépareront lorsque le Baromètre sera au dessous de vingt & neuf Pouces. Quand la Pression de l'Atmospèhre est plus grande, il faut un Poids tant soit peu plus grand. 2210.

Si l'on suspendoit les Segmens dans le Vuide, on pourroit les séparer par la seule Force requise pour surmonter la Cohésion des parties de la Cire. 2211.

16. Experience.

On mêt sur la Plaque G de la Machine Pneumatique l'Anneau de bois B B, qui est soutenu sur trois pieds; la Lame de cuivre recourbée D, qui forme une espèce d'Anse, est affermie dans cet Anneau par des Vis, dont on en voit une en *i*. Dans la partie supérieure de l'Anse il y a un Crochet V, auquel on suspend les Segmens H & E, joints ensemble, & vuides d'Air, comme dans l'Expérience précédente. 2212. TAB. LXIX. Fig. 3.

2213. On joint enſuite à la Plaque G, en deſſous, la Boëte rem-
* 2155. plie de cuirs *. A travers de cette Boëte paſſe la Verge de cuivre F C, dont le bout C s'attache à l'Anneau du Segment E par le moyen d'un Crochet de Fil d'Archal, comme cela eſt repreſenté en N dans la Figure 4me.

2214. Le tout eſt renfermé dans le Recipient R, dont on n'a pas plutôt tiré l'Air, que les Segmens ſe ſéparent avec la derniére facilité, pour peu qu'on tire vers en bas le Manche M.

L'Anneau B B empêche que le Segment inférieur, en tombant, ne caſſe le Verre R, ou n'endommage la Plaque G.

2215. Quand on renferme dans un Recipient les Segmens en queſtion, & qu'après avoir fermé leur Robinet, en y laiſſant l'Air dans ſon état naturel, on double la Denſité de l'Air dans le Recipient, il faudra, pour ſéparer les deux Segmens, une Force égale à celle, qui a été employée dans la pénultième Expérience.

MACHINE.

Pour faire des Expériences dans l'Air condenſé.

2216. Cette Machine eſt de cuivre, & conſiſte en un Cylindre
TAB. LXX. Fig. 1. creux M N, qui a ſix Pouces de Diamètre, & huit ou dix Pouces de Hauteur. Les Baſes du Cylindre ſont aſſez épaiſſes, & ſont garnies des anneaux *b* & *d*, qui entourent le Cylindre, pour que la Machine reſiſte mieux à la Preſſion interne; pour cette même raiſon on ſoude au milieu du Cylindre l'anneau *c*; à la partie ſupérieure de cet anneau tient le Robinet B, & en deſſous le Solide percé *s* (*Fig.* 4.) afin que la Boëte aux cuirs puiſſe être jointe à la Machine par
* 2155. le moyen d'une Vis *. Quand on n'a pas beſoin de cette Boëte, il ſuffit de boucher ſimplement l'ouverture.

2217. La Baſe antérieure, que nous repreſentons à part en C,
TAB. LXX. Fig. 2. a un trou de quatre Pouces de Diamètre. Ce trou eſt entouré de l'avance *o o*, près de laquelle il y a dans la Baſe quatre Vis *i, i, i, i.*

2218. Le trou, dont il s'agit, eſt fermé d'un Couvercle, dont le coté intérieur eſt repreſenté en D; le coté extérieur ſe voit dans la Fig. 1.

On applique à la ſuperficie intérieure de ce même Couver-

cle,

cle, qui eſt percé au milieu, la Glace X, qui a trois Pouces & demi de Diamètre, & dont l'épaiſſeur ſurpaſſe tant ſoit peu un tiers de Pouce. Le Diamètre de l'ouverture, qui eſt bouchée par cette Glace, n'a pas tout-à-fait trois Pouces. Le Couvercle eſt creuſé, pour recevoir cette Glace, dont l'épaiſſeur exige, que le métal, qui eſt autour, ſoit aſſez épais & l'environne d'une eſpèce d'Anneau, pour qu'on puiſſe la faire tenir avec du Ciment.

Il y a dans la Baſe oppoſée une ouverture toute pareille, fermée de la même manière avec une Glace.

Pour que le Couvercle D ferme exactement l'ouverture C, l'anneau, qui entoure la Glace, eſt garni d'une rainure *n n*. On introduit dans cette rainure un anneau de cuir, qui en couvre le fond, & qui n'a que la largeur qu'il faut pour cela. Il faut obſerver à l'égard de ce cuir, ce que nous avons dit dans un autre endroit *. 2219. * 1436.

Quand on applique le Couvercle à l'ouverture C, les quatre Vis *i, i, i, i*, traverſent par autant de trous le Couvercle; & l'anneau *o o*, en pénétrant dans la Rainure *n n*, comprime le Cuir dans le fond de cette Rainure; on ſerre le Couvercle par le moyen des Vis *i, i, i, i*, & des Ecrous (*e, e, e, e*, Fig. 1.); l'anneau *o o*, avance enſorte qu'il n'y aît que lui, qui touche immédiatement le Couvercle; ainſi le Cuir ſoutient tout l'effort de la Preſſion.

On attache le pied de bois FF à la Machine, & l'on poſe le tout ſur le pied G, dont on peut l'ôter aiſément. 2220. TAB. LXX. Fig. 1.

Quand il s'agit de comprimer l'Air, je me ſers de la Seringue A, dont le Fond B peut s'ôter, & dont la cavité eſt exactement remplie par le Piſton E; les Cuirs *i i* ſont diſpoſez de façon que le Piſton ne peut entrer dans la Seringue que par l'ouverture *p*, après que le Fond eſt ôté; il faut obſerver touchant ces Cuirs ce qui a été dit ci-deſſus *. Dans le tems qu'on fait entrer le Piſton, ſa Queüe D paſſe par un trou pratiqué dans le Couvercle C, qui eſt appliqué à la Seringue; pour cet effet on ſépare le Manche M de ſa Queüe, pour l'y rattacher enſuite par le moyen de l'Ecrou *n*. 2221. TAB. LXXI. Fig. 1. * 2141.

Le Piſton étant introduit, on remêt à la Seringue ſon Fond B, en mettant entre deux un Anneau de cuir *, qu'on ſerre fortement au moyen de deux Clés, dont l'une agit * 1438.

ſur le Couvercle, & l'autre ſur la Seringue en *f*.

2222. Il y a en *t* une petite Valvule de cuir, afin que l'Air puiſſe ſortir par l'ouverture, qui eſt au Fond de la Seringue, ſans pouvoir y entrer par cette ouverture: c'eſt ce qui fait que, lorſqu'on tire à ſoi le Piſton, le Cylindre de la Seringue reſte vuide, juſqu'à ce que le Piſton parvienne au Couvercle; l'Air entrant alors par le trou *o*. Ceux qui ſe ſervent d'une Seringue à laquelle le Fond reſte attaché, ont recours à quelqu'autre Expédient pour introduire le Piſton; mais en général, à l'exception des ſeules Machines Pneumatiques, nous préferons les Cylindres, dont le Fond peut s'ôter.

2223. TAB. LXX. Fig. 1. On joint la Seringue au Robinet B du Cylindre MN, après avoir mis entre deux l'Indice Mercuriel K. Ce dernier conſiſte en un Tuyau de Verre fort étroit, dans lequel il y a un peu de Mercure, qui preſſe autant l'Air renfermé dans la partie poſtérieure du Tuyau, qu'il eſt lui-même preſſé dans la Machine. Il eſt facile de méſurer dans ce Tuyau le degré de compreſſion.

2224. Tout étant ainſi diſpoſé, on ôte la Machine de ſon pied G, & l'on ouvre le Robinet B. Celui qui veut comprimer l'Air, mêt ſes Pieds ſur les Planches F, F, & en hauſſant & baiſſant pluſieurs fois le Piſton, il comprime l'Air autant qu'il veut; après quoi on ferme le Robinet B. Quand l'Expérience eſt faite, il faut avoir ſoin de laiſſer ſortir l'Air par le Robinet, avant que de relacher les Vis, qui retiennent le Couvercle.

17. EXPERIENCE.

2225. TAB. LXX. Fig. 3. 4. * 2208. Après avoir joint enſemble les Segmens H & E *, on les ſuſpend dans le Cylindre MN, par le moyen du Solide P, qu'on affermit dans la partie ſupérieure du Cylindre, à l'aide de la Vis *p*, qui pénétre dans la partie inférieure du Robinet B; le Solide P eſt percé de part en part, pour que l'Air puiſſe traverſer le Robinet & entrer dans le Cylindre.

* 2216. On joint à la Machine * en *s* la Boëte aux Cuirs I: mais la Verge de cuivre, qui paſſe par cette Boëte, doit être plus forte dans cette Expérience que dans les autres, dont j'ai fait mention.

On a attaché au bout de cette Verge qui pénétre dans le Cylindre, & qui ſe termine en Vis, le Solide R. La Figure marque

que assez clairement, comment il faut joindre le Solide au Segment H. On ferme le Robinet de ce Segment, & pour que l'Air ne passe pas entre les deux Segmens, on mêt, comme dans les Expériences précédentes, de la Cire tout autour.

Tout étant ainsi disposé, on applique le Couvercle au Cylindre *, & l'on condense l'Air. On ôte ensuite la Seringue avec l'Indice *, &, après avoir attaché l'Anneau A au Robinet B, on suspend la Machine au Crochet V, comme il a été dit à l'égard des Segmens *. 2226. TAB. LXX. Fig. 4. * 2219. * 2223. * 2209.

On joint aussi au bout inférieur L (*Fig.* 3.) de la Verge, qui traverse la Boëte aux Cuirs, un Anneau, pour y suspendre le Plateau T. On place des Poids sur ce Plateau pour séparer les Segmens, qui sont dans le Cylindre. Si la Densité de l'Air dans le Cylindre est double de ce qu'elle étoit auparavant, le Poids, qu'il faudra employer, sera à peu près le même que celui de la penultième Expérience; il faudroit doubler ce Poids, si la Densité de l'Air étoit triple, ou s'il n'y avoit point d'Air entre les Segmens.

Voici quelques précautions qu'il est nécessaire d'observer. 2227. 1. La Vis DC doit être disposée de façon que le Plateau T n'ait que peu à descendre, pour toucher terre; sans cette précaution le Solide R (*Fig.* 3.) donneroit avec trop de Force contre la Superficie intérieure du Cylindre. 2. Il faut placer deux Eponges de manière à recevoir le Segment H, & à empêcher que ce Segment ne soit endommagé.

18. Experience.

On adapte à la Plaque G de la Machine Pneumatique le Tuyau AB, dont la partie inférieure est garnie d'un Robinet, & au bout supérieur duquel est attaché un petit Tuyau C, qui s'éléve au dessus de la Plaque. Un troisième Tuyau D s'applique à l'ouverture, par où l'Air sort du Recipient. On place le Cylindre de Verre S sur la Plaque G de telle sorte que le Tuyau C réponde au milieu du Cylindre. On couvre ce dernier du Recipient R, pour avoir une hauteur d'environ trois pieds. Si l'on plonge ensuite le bout A, du Tuyau AB, dans l'Eau que contient le Vaisseau V, & qu'après avoir vuidé d'Air les Recipiens R & S, on ouvre le Robinet, l'Eau jaillira dans les Recipiens avec une grande Force; sçavoir, avec celle que peut produire une Pression, qui est capable de soutenir l'Eau, 2228. TAB. LXXI. Fig. 2.

dans un Tuyau vuide d'Air, à la Hauteur de trente & deux
*2089. pieds *.

19. EXPERIENCE.

2229. L'Elaſticité de l'Air produit le même effet. On a un Vaiſſeau
TAB. LXXI. Fig. 3. cylindrique de cuivre V; au fond de ce Vaiſſeau eſt une ouverture, par laquelle on fait entrer de l'Eau, & qu'on ferme à Vis. Un Tuyau, ſoudé à la partie ſupérieure du Vaiſſeau, en atteint preſque le fond, & ſon extrêmité qui ſort du Vaiſſeau a un Robinet E. A l'aide d'une Vis on fait tenir le Vaiſſeau en queſtion en deſſous de la Plaque G de la Machine Pneumatique; on a outre cela, le Tuyau C, couvert de deux Recipiens, comme dans l'Expérience précédente. Si l'on tire l'Air de ces Recipiens, & qu'environ les deux tiers du Vaiſſeau V ſoient remplis d'Eau, le Robinet étant ouvert, l'Elaſticité de l'Air contenu dans la partie ſupérieure du Vaiſſeau V, fera jaillir l'Eau avec Force contre les Recipiens. La Preſſion de cet Air ſur la Superficie de l'Eau eſt beaucoup plus grande, que celle qui agit dans le Tuyau, après l'ouverture du Robinet; c'eſt ce qui pouſſe l'Eau dans le Tuyau.

20. EXPERIENCE.

2230. Si, après avoir verſé de l'Eau dans le Vaiſſeau V, on aug-
TAB. LXXI. Fig. 4. mente, par le moyen de la Seringue A *, la Denſité de l'Air,
* 2221. contenu dans ce Vaiſſeau, comme il a été dit dans la 17me Expérience, on verra jaillir l'Eau hors du Vaiſſeau, dans l'Air ouvert même, avec beaucoup de force.

21. EXPERIENCE.

2231. Quand on plonge un Verre renverſé dans l'Eau, l'Air empêche que l'Eau ne rempliſſe entiérement le Verre, à quelque profondeur que ce dernier ſoit plongé; cependant à meſure que cette profondeur eſt plus grande, l'eſpace, que l'Air occupe dans le Verre devient plus petit.

2232. C'eſt ſur ce principe que ſont conſtruites les Machines, dont les Plongeurs ſe ſervent pour deſcendre dans la Mer. Elles ſont faites en Cloche, & deſcendent par leur Peſanteur. L'Eau ne parvient pas juſqu'au plongeur, qui reçoit continuellement de l'Air frais renfermé dans des Veſſies qu'il tire à lui par le moyen d'une corde, à laquelle elles ſont attachées. L'Air, échaufé par la reſpiration, s'éleve au haut de la Machine, & en ſort par un Robinet, étant preſſé par l'Eau, qui

agit

agit contre la Surface inférieure de l'Air contenu dans la Cloche; cette Preſſion eſt plus forte que celle par laquelle l'Eau tâche de deſcendre par le Robinet: la Preſſion des Fluides croiſſant en même raiſon que leur Profondeur *. * 1468.

22. Experience.

On fait de Verre de petites Figures humaines, qui ont un Pouce & demi de hauteur; ces Figures ſont creuſes, pleines d'Air, & ont un petit trou à chaque pied. Il faut auſſi qu'elles ſoient tant ſoit peu plus légères que l'Eau. On les mêt dans le Vaiſſeau AB, qui eſt rempli d'Eau. Ce Vaiſſeau, qui peut avoir un Pied ou quinze Pouces de hauteur, doit être poſé ſur la Plaque G de la Machine Pneumatique & couvert du Recipient R. Une partie de l'Air étant pompée, il ſort par cela même auſſi des Figures en queſtion une partie de l'Air, qui y étoit, laquelle eſt remplacée par de l'Eau, auſſi-tôt qu'on laiſſe rentrer l'Air dans le Recipient; en ce cas le Poids des petites Figures augmente, & elles vont à fond. Si après cela on tire de nouveau l'Air du Recipient, la Preſſion ſur la Superficie de l'Eau diminue, & l'Air, renfermé dans la capacité des petites Figures, étant dilaté, & ayant par cela même chaſſé l'Eau, les petites Figures montent, & ainſi hauſſent & baiſſent au gré de celui, qui fait joüer la Machine Pneumatique. 2233. TAB. LXXII. Fig. 1.

23. Experience.

On peut faire la même Expérience ſans le ſecours de la Machine Pneumatique, en rempliſſant d'Eau le même Vaiſſeau AB, & en le couvrant d'une Veſſie fortement liée au haut du Vaiſſeau. Si l'on preſſe la Veſſie du Doigt, on comprime l'Eau, laquelle entre par cela même dans les petites Figures par les trous qu'elles ont aux Pieds, & comprime à ſon tour l'Air qui y eſt. Les petites Figures, devenues plus peſantes, vont à fond, plus ou moins vite, ſuivant que le trou par où l'Eau pénétre, eſt plus ou moins grand, & ſuivant la difference qu'il y a entre les Gravitez ſpécifiques des petites Figures & de l'Eau. Quand on ôte le Doigt, l'Air, n'étant plus comprimé dans les Figures, ſe dilate & en fait ſortir l'Eau, après quoi les petites Figures remontent, comme dans l'Expérience précédente. 2234.

24. Ex-

24. EXPERIENCE.

2235. TAB. LXXII. Fig. 2. Les Animaux ont beſoin d'Air pour vivre. Si l'on tire l'Air du Recipient R, après y avoir renfermé quelque Animal, on verra ce dernier s'agiter violemment & tomber mort, à moins qu'on ne faſſe au plutôt rentrer l'Air dans le Recipient. A la vérité il y a des Animaux, qui vivent plus long-tems que d'autres dans un endroit vuide d'Air. On remarque en géneral que les Corps de ces Animaux s'enflent, par l'expanſion de l'Air, ou de quelqu'autre Fluide Elaſtique, contenu dans leurs Vaiſſeaux, cette expanſion n'étant plus contre-balancée par une Preſſion extérieure.

25. EXPERIENCE.

2236. TAB. LXXII. Fig. 3. Il y a quelques Poiſſons, qui ne ſçauroient vivre ſans Air; tout le changement qu'on remarque en d'autres, eſt, que leurs yeux s'enflent. Pour faire des Expériences ſur les Poiſſons, je me ſers du Verre V: je poſe ce Verre, après y avoir mis de l'Eau & des Poiſſons, ſur la Plaque de la Machine Pneumatique, & je le couvre du Recipient R. Cela étant, dès qu'en faiſant jouer la Machine, la Preſſion de l'Air ſur la Superficie de l'Eau commence à ceſſer, l'Air ſe dilate dans le Corps du Poiſſon, ce qui empêche ce dernier, devenu par là plus leger, de pouvoir deſcendre.

26. EXPERIENCE.

2237. La Machine, décrite ci-deſſus *, ſert à faire des Expériences * 2216. ſur des Animaux renfermez dans un Air comprimé: Dans ce cas ils ne meurent pas ſubitement; à cauſe que les Vaiſſeaux de leurs Corps peuvent ſoutenir la compreſſion de l'Air ſans ſe rompre. Cette condenſation ſemble, au contraire, donner un nouveau degré de vivacité à ces Animaux; cependant cet Air, s'ils y reſtent trop long-tems, leur devient nuiſible, & même ils meurent en peu de tems, quand la compreſſion eſt fort grande.

27. EXPERIENCE.

2238. Ce qui arrive aux Vaiſſeaux d'un Animal, qui ſe trouve dans un Air comprimé, ſe peut voir à l'oeil, en ſuſpendant dans * 2216. la Machine, que nous indiquons *, une Veſſie enflée, & fermée exactement. Cette Veſſie devient flaſque lorſqu'on comprime l'Air, mais ſe dilate tout à coup dès qu'on ouvre le Robinet.

28. EX-

28. Experience.

Il ſe ſépare un Fluide Elaſtique de la plupart des Fluides, 2239.
quand on tire l'Air du Recipient ſous lequel on les a mis ; toutes les fois que cela arrive, on apperçoit dans le Fluide une Ebullition, qui ſouvent même eſt très forte.

J'ai fait mention, dans le Chapitre VIII. du premier Livre, 2240.
d'une Expérience ſur les Corps qui tombent dans le vuide *. * 153.
Je vais marquer à preſent comment cette Expérience ſe fait.

Machine,
Pour laiſſer tomber dans le Vuide deux Corps dans le même moment.

Cette Machine tient au Couvercle, qui couvre le Recipient. 2241.
Le deſſus de ce Couvercle ſe voit dans la *Fig.* 1. & le deſſous TAB. LXXIII.
dans la *Fig.* 2. La Machine même, ſeparée du Couvercle, Fig. 1. 2.
eſt repreſentée dans les autres Figures.

La Plaque de cuivre A eſt un Hexagone, dont les Angles 2242.
ſont coupez, & eſt percée en divers endroits pour être plus lé- Fig. 3.
gère. L'Aiſſieu *a e*, dont la partie *a b* eſt cylindrique, & la partie *b e* quarrée, & qui ſe termine en une Vis *e*, à laquelle répond l'Ecrou *c*, eſt attachée perpendiculairement au derrière de la Plaque.

On fait tenir à la même Plaque, repréſentée en B par de- 2243.
vant, ſix petites Lames de cuivre E, E, E, E, E, E, min- Fig. 4.
ces, recourbées, & élaſtiques. Une de ces Lames eſt repreſentée à part en C D ; vers C il y a deux petits trous, pour donner paſſage aux Vis *n*, *n*, qui ſervent à affermir la petite Lame en queſtion. Le bout D répond à un des cotez de la Plaque Hexagone, & preſſe la Plaque B par ſon Elaſticité.

Ce Reſſort C D a une fente *o o*, par laquelle paſſe la Lan- 2244.
guette *i*, qui tient à la Plaque B, & qui ſe meut ſur ſon Fig. 5.
centre. Chaque Reſſort a ſa Languette, qui ſe voit diſtinctement dans la *Fig.* 5. A B repreſente la Section par le centre de la Plaque Hexagone, poſée de manière que la Section, que nous ſuppoſons verticale, paſſe par les fentes des deux Reſſorts E, & E. Les Languettes en queſtion ſe voyent en *i*, *i* ; & à travers de chacune d'elles paſſe la Fiche *p*, qui déborde des deux cotez.

La Languette du Reſſort inférieur prend par ſa Peſanteur 2245.

une ſituation horizontale; à cauſe que la Fiche *p* eſt ſoutenue par le Reſſort. Si, dans le tems que la Languette eſt dans cette ſituation, on la pouſſe vers en bas, le bout de la Fiche, fait que le Reſſort D s'écarte de la Plaque A B.

2246. On joint à la partie quarrée de l'Aiſſieu * de la Plaque
*2242. A B, la Roüe dentée R, que nous repreſentons de coté en *r*; les dents de cette Roüe ſont obliques, afin de répondre à la Vis, dont il ſera parlé dans un moment. On voit en *r* la Section de cette Roüe, jointe à l'Aiſſieu, & affermie avec la Vis *ec*.

2247. Pour attacher cette Machine au Couvercle, la partie inféFig. 2. rieure de ce dernier eſt garnie du Cylindre H N, dont le bout forme la Tête I, qui ſeroit Sphérique ſi l'on n'en avoit pas retranché deux Segmens oppoſez. Cette Tête eſt percée en *s*; & c'eſt par cette ouverture qu'on fait paſſer l'Aiſſieu *a b* (*Fig.* 3. 5.) avant qu'on y attache la Roüe *r*.

2248. On joint au même Cylindre H I la Vis ſans fin G, qui eſt retenue entre les Plaques L & M; la partie *g* traverſe le trou *f*, & *h l* le trou *d*. La Spirale de cette Vis répond enſorte aux Dents de la Roüe, qu'à chaque revolution que la Vis fait autour de ſon axe, la Roüe ſe meut, & fait tourner la Plaque A B, (*Fig.* 5.) avec tout ce qui y eſt joint.

Le petit Tuyau X, qui traverſe le Couvercle & y eſt ſoudé, répond de telle manière à la Vis G, quand cette derniére eſt affermie en ſon lieu, que l'axe de la Vis continué coincide avec celui du Tuyau.

2249. La partie P de la Clé F P remplit le Tuyau en queſtion ſi exactement, que quand on la tourne l'Air ne ſçauroit paſſer: il faut avoir ſoin de la frotter d'Huile & de Cire.

Au bout inférieur de cette Clé il y a en *m* une Cavité quarrée, dans laquelle pénétre cette partie de la Vis, que nous avons deſignée par *l*, laquelle eſt quarrée auſſi, & de la grandeur qu'il faut pour remplir la Cavité.

2250. La *Fig.* 1. repréſente toutes les parties jointes enſemble.
Fig. 1. Mais, outre celles que nous venons de décrire, il y a encore
*2155. une Boëte aux Cuirs *, ſoudée contre le Couvercle; à travers de cette Boëte paſſe une Verge de Cuivre S T, au bout de laquelle eſt attachée perpendiculairement la Lame V.

2251. Pour déterminer la ſituation qu'il faut donner à la Boëte en que-

queſtion, il faut que la Plaque A ſoit tournée de façon par le moyen de la Clé F, que le coté inférieur de l'Hexagone ſoit horizontal; alors la Languette *i*, qui traverſe le Reſſort inférieur E, eſt horizontale auſſi *; la Lame V doit répondre alors à la Languette *i*, deſorte qu'en pouſſant un peu en bas la Verge S T, le Reſſort ſe ſépare de la Plaque A, comme il a été expliqué *. * 2245.

* 2245.

29. Expérience.

Pour faire l'Expérience plus commodément, on ôte la Machine Pneumatique de deſſus ſon Pied, & on la place ſur le Chaſſis S S; enſuite, aux cotez de la Plaque G, ſur laquelle on poſe les Recipiens dont on veut tirer l'Air, on affermit deux Colomnes de bois A E, A E, dont les Pieds paſſent à travers la Planche ſupérieure de la Machine Pneumatique, & ſont arrêtez par des Fiches comme *t*. 2252. TAB. LXXII. Fig. 4.

La hauteur de ces Colomnes, qu'on fait tenir enſemble par le moyen des quatre Planchettes B B, C C, D D, E E, eſt de plus de cinq pieds. La diſtance entre G & B B eſt de neuf ou dix pouces; B C, C D, D E, ſont égales entr'elles, & ont chacune dix-huit pouces de longueur.

Ces Planchettes s'élargiſſent vers le milieu, pour qu'on puiſſe y faire une ouverture ronde, de cinq pouces & demi de Diamètre.

On ſe ſert de quatre Cylindres de Verre F, F, F, F, de quatre pouces de Diamètre, ſans l'épaiſſeur du Verre, & d'un pied & demi de hauteur. Le bout ſupérieur de chaque Cylindre eſt entouré d'un Cercle de cuivre, garni d'un Anneau horizontal de même Métal, afin de pouvoir placer un Cylindre ſur l'autre, après avoir mis un cuir entre deux *. On les place tous quatre de cette manière, enſorte qu'ils forment enſemble une Colomne creuſe, qui traverſe les ouvertures faites aux Planchettes. Cette Colomne doit, autant qu'il ſe peut, paſſer par le milieu de toutes les ouvertures, ce qui, la plupart du tems, ne ſçauroit ſe faire, ſans changer tant ſoit peu la ſituation de la Colomne; c'eſt pour cette raiſon qu'on ne mêt point de cuir entre le Cylindre inférieur & la Plaque G; mais après avoir affermi les Cylindres, on ferme le paſſage à l'Air en lutant le Cylindre & la Plaque avec de la Cire *. Pour affermir les Cylin- * 2157. * 2156.

dres on se sert des petits Coins *x*, *x*, *x*, qui sont construits de façon à bien assujettir chaque Cylindre dans son ouverture.

Le Cylindre supérieur est couvert du Recipient de Verre R, dont le bas se termine aussi en Cylindre de même grandeur que les quatre autres. Le Diamètre de la partie du milieu du Recipient est environ de sept pouces, & celui de l'ouverture d'enhaut de cinq. Cette ouverture, dont il faut couvrir les bords de Cuir *, se ferme avec le Couvercle, dont il a été parlé *, & alors la Machine expliquée ci-dessus *, se trouve renfermée dans le Recipient; mais il faut ajuster auparavant à la Machine les Corps qu'on veut laisser tomber dans le vuide.

* 2157.
* 2241.
* 2241. & suiv.

2253. Pour cet effet on introduit entre un Ressort comme E & la Plaque B, la piéce d'Or *p* & la petite plume *q*; ces deux Corps sont retenus par la Pression du Ressort, pourvu que le Tuyau de la Plume soit de même épaisseur que la piéce d'Or: je me sers d'une piéce fort mince, d'un ducat, par Exemple, afin de pouvoir employer une plume plus légère; chaque Ressort peut retenir deux Corps semblables à ceux que nous venons de marquer.

TAB. LXXIII. Fig. 4.

2254. On tire l'Air de tous ces Verres placez l'un sur l'autre; & en abaissant, tant soit peu, la Verge *st*, la partie la plus basse du Ressort inférieur se sépare de la Plaque, à laquelle tous les Ressorts sont appliquez *; dans cet instant les deux Corps, retenus par le Ressort, partent & arrivent dans le même moment à la Plaque G.

TAB. LXXII. Fig. 4.
* 2251.

2255. On peut repéter la même Expérience jusqu'à six fois, en tournant ensorte la Clé *f*, qu'un autre Ressort soit enbas *. Si, en repétant cette Expérience, il entre quelque Air dans les Verres, on s'en apperçoit par la difference qu'il y a entre les tems que les deux Corps mettent à descendre; & cette difference est plus grande à mesure que l'Air est entré en plus grande quantité. Pour que le Spectateur voye distinctement tomber les deux Corps, il faut qu'il soit placé à une telle distance des Verres, qu'il les apperçoive tous d'un même coup d'œuil; s'il est plus près des Verres, il doit diriger sa vue sur la Plaque G.

* 2248.

2256. Il y a moyen, à la vérité, de repéter l'Expérience d'une ma-

manière plus ſimple; mais celle, que je viens de décrire, me paroit la meilleure, pour que la chute des Corps ſoit verticale, & ſe faſſe dans le même inſtant. Quand on ne veut laiſſer tomber les Corps qu'une ſeule fois, on peut employer cette methode plus ſimple, dont nous venons de faire mention, & que voici.

On ôte le Recipient R; l'ouverture du Cylindre ſupérieur peut même être plus petite que celles des autres. 2257.

On couvre ce Cylindre du Couvercle de cuivre O, garni de la Boëte aux Cuirs A *, par le moyen de la Vis B. Cette Vis traverſe le Couvercle, & y joint une Lame élaſtique & recourbée D E, dont la partie ſupérieure eſt percée d'un trou, auquel eſt ſoudé l'anneau C, dans lequel pénétre la Vis B. TAB. LXXIII. Fig. 6. * 2155.

Les bouts de la Lame ſont recourbez, & s'appliquent l'un contre l'autre par un effet de leur reſſort, de façon pourtant que leurs extremitez *r r* ſe recourbent tant ſoit peu en dehors. On place dans la Courbure de cette Lame une petite Plaque ovale de cuivre F, dont le plus petit Diamètre peut être contenu dans la Lame D E, ſans que ſes bouts ſe ſéparent l'un de l'autre.

Dans cette même Lame D E paſſe la Verge de cuivre G I, qui traverſe auſſi la Boete aux Cuirs A, & le Couvercle O. Au bout inférieur I de la Verge G I, eſt attachée la petite Plaque F, qu'on peut faire tourner par le moyen du Manche Q; par ce moyen on peut ſéparer l'un de l'autre les bouts *r*, *r*, de la Lame D E, le plus grand Diamètre de l'Ovale F, ſurpaſſant la diſtance qu'il y a entre les parties oppoſées de cette Lame, quand les bouts *r*, *r*, ſe touchent; c'eſt entre ces bouts qu'on fait tenir l'Or & la Plume, quand il s'agit de faire l'Expérience.

CHAPITRE VI.

Description de differentes Machines, dont l'Action dépend de l'Air, & Explication des Effets de ces Machines.

1. EXPERIENCE.

2258. TAB. LXXIV. Fig. 1. ON plonge dans de l'Eau contenue dans un Vaiſſeau, le bout *a* du Tuyau recourbé *a S b*, de façon que l'autre bout *b*, qui eſt hors du Vaiſſeau, ſoit plus bas que la Superficie de l'Eau. Cela étant, ſi en ſuçant, ou par quelque autre moyen, l'on tire l'Air du Tuyau, l'Eau s'écoulera par l'ouverture *b*. Ce Tuyau s'appelle un *Siphon*.

2259. L'Effet de cette Machine dépend de la Preſſion de l'Air, qui fait monter l'Eau dans le Siphon en preſſant ſur la Superficie de l'Eau contenue dans le Vaiſſeau; d'un autre coté l'Air déploye auſſi ſa Preſſion ſur l'Eau, qui ſort par *b*, & la ſoutient. Ces Preſſions ſont égales, & agiſſent en ſens contraire dans la partie ſupérieure du Siphon, où elles ſont égales à la Preſſion de l'Atmoſphère, moins les Poids des Colomnes d'Eau ſoutenues par les Preſſions. La Colomne d'Eau de la branche S *b* a plus de hauteur que l'autre Colomne; ainſi la Preſſion de l'Air en *b* S ayant un plus grand Poids à ſoutenir, & par cela même étant ſurmontée par la Preſſion oppoſée, l'Eau coule vers *b*.

2. EXPERIENCE.

2260. Le Siphon, dont nous venons de parler, a ceci d'incommode, que ſi l'Eau diſcontinue à couler, on ne peut la remettre en mouvement, qu'en tirant de nouveau l'Air du Tuyau. Pour corriger ce défaut on donne au Siphon la Figure *d* R *e*; ſi l'on remplit d'Eau ce Siphon, dont les branches ſont égales & recourbées, & qu'on plonge une des branches dans l'Eau, enſorte que l'Eau ſoit élevée au deſſus de l'ouverture de cette branche, l'Eau coulera par l'autre branche, comme il paroit par ce que nous avons dit dans l'explication de l'Expérience précédente. Les branches étant recourbées, le Siphon ne ſe vuide pas, quand l'Eau ceſſe de couler; & le Siphon dès qu'il eſt une fois rempli, eſt toujours diſpoſé à produire ſon Effet.

L'Eau

L'Eau coule par l'une ou par l'autre des branches de ce Siphon ſuivant qu'elle eſt plus haute d'un coté ou de l'autre.

Siphon
Pour élever l'Eau.

On peut ſe ſervir pour élever de l'Eau dans quelque Reſervoir d'un Siphon conſtruit ſur le même Principe. Son Effet ſe voit diſtinctement par le moyen d'une Machine, compoſée de deux Boules de Verre H & I, jointes enſemble par le Tuyau de Cuivre C D E. La Boule I a communication par le Tuyau A B, qui atteint preſque juſqu'au Sommet de cette Boule, avec l'Eau, qu'il s'agit d'élever, & qui eſt contenue dans le Vaiſſeau V. On adapte au bas de la Boule H le Tuyau F G, qui eſt de même longueur que le Tuyau A B. 2261. TAB. LXXIV. Fig. 2.

On remplit d'Eau la Boule H par le moyen de l'Entonnoir L, qu'on bouche enſuite.

Quand on applique ces ſortes de Machines à quelque uſage, on fait paſſer, de manière ou d'autre, du Reſervoir, où eſt contenue l'Eau qui doit être élevée, de l'Eau dans le Vaiſſeau H, & par le moyen d'un Robinet on bouche enſuite la communication, qu'on avoit pratiquée pour cet effet entre ce Vaiſſeau & le Reſervoir. 2262.

3. Experience.

En ouvrant le Robinet G, l'Eau en coulera, & celle qui eſt dans V montera par le Tuyau A B dans le Vaiſſeau I. Quand ce Vaiſſeau ſera plein, on pourra conduire cette Eau où l'on voudra, & en repétant la même Opération, on en fera monter de nouvelle. 2263.

Dès que le Robinet G eſt ouvert, l'Eau, qui ſort du Tuyau F G, ſoutient la Preſſion de toute l'Atmoſphère; la Preſſion de l'Air agit auſſi ſur la Superficie de l'Eau contenue dans le Vaiſſeau V, & ſoutient l'Eau dans le Tuyau A B. Or comme ces deux Preſſions ſont égales, ſi l'on en retranche les Colomnes d'Eau qu'elles ſoutiennent, on aura les Forces, avec leſquelles l'Air eſt preſſé, dans les parties ſupérieures des Vaiſſeaux, entre leſquelles il y a communication par le Tuyau C D E. La Colomne F G, à laquelle eſt ajoutée la Hauteur de l'Eau dans le Vaiſſeau H, eſt par cela même plus grande que celle du Tuyau A B; & par conſequent la Preſſion en G, éprouvant une plus grande diminution que l'autre, en eſt 2264.

eſt ſurmontée ; ainſi l'Eau monte par le Tuyau A B, & deſcend par F G.

Pompes Ordinaires.

2265. Une petite Pompe de Verre peut ſervir à mettre devant les yeux l'Action & l'Effet des Pompes ordinaires.

TAB. LXXIV. Fig. 3.

A B eſt un Cylindre de Verre, haut de ſix ou ſept pouces, & d'un pouce & demi de Diamètre. Au fond de ce Cylindre eſt joint un Tuyau de longueur quelconque C D, dont l'ouverture ſupérieure eſt fermée par une Balle de Plomb, enſorte que l'Eau ne puiſſe point ſortir du Cylindre A B, mais puiſſe facilement y monter, en élevant la Balle, qui tient ici lieu de Soupape. Un Piſton, entouré de Cuir, eſt mobile dans le Cylindre A B, & en remplit exactement la capacité: ce Piſton eſt percé d'un trou, qui eſt auſſi fermé par une Balle, qui fait l'office de Soupape, de manière que l'Eau peut monter, mais non pas deſcendre par le Piſton.

4. Experience.

2266. Après avoir appliqué le Piſton au fond du Cylindre, on couvre d'Eau la partie ſupérieure du Piſton, afin de boucher tout paſſage à l'Air ; ſi enſuite on plonge dans l'Eau le bout D du Tuyau C D, & qu'on éléve le Piſton, l'Eau montera dans le Cylindre A B *, dont elle ne ſçauroit ſortir par enbas ; ainſi il faudra qu'elle paſſe par le Piſton dans le tems qu'on l'abaiſſe. En élevant derechef le Piſton, de nouvelle Eau monte dans le Cylindre, & celle, qui y étoit, entre dans le petit Reſervoir de bois F adapté au Cylindre, d'où elle s'écoule par le Tuyau G.

* 2199.

2267. Comme les Effets de toutes les Machines, décrites dans ce Chapitre, dépendent de la Preſſion de l'Atmoſphère, l'Eau n'y monte pas à la hauteur de trente pieds. Elle pourroit être élevée plus haut & même un peu au delà de trente & deux pieds *, ſi ce Fluide Elaſtique, dont il a été parlé dans un autre endroit *, ne ſe ſéparoit pas de l'Eau, dans ces grandes Elevations.

* 2089.

* 2129.

Fontaine de Heron.

2268. Il y a differentes Machines connues ſous le nom de Fontaines de *Heron* ; je me contenterai d'en décrire une ſeule.

TAB. LXXIV. Fig. 4. 5.

On fait deux Vaiſſeaux de cuivre égaux entr'eux, A B & C D, de figure ovale, & bien fermez de toutes parts. Dans l'un

l'un & l'autre des Vaiſſeaux il y a un Diaphragme, qui paſſe par le centre de l'Ellipſe, & qui partage chaque Vaiſſeau en deux parties égales.

Le Diaphragme du Vaiſſeau D C eſt perpendiculaire à l'Axe de l'Ellipſe ; celui de l'autre Vaiſſeau eſt incliné à l'Axe. La diſpoſition des Tuyaux, dont il ſera parlé dans l'inſtant, eſt cauſe de cette difference.

La Plaque ſupérieure E F du Vaiſſeau A B eſt faite de façon à pouvoir contenir de l'Eau juſqu'à la hauteur d'un ou de deux pouces.

Les deux Vaiſſeaux ſont joints enſemble par le moyen de quatre Tuyaux. Le premier *o p* traverſe la Cavité B du Vaiſſeau A B, &, ſans avoir aucune communication avec cette Cavité, atteint preſque juſqu'au fond de la Cavité D. Le ſecond Tuyau *s t* eſt ſoudé à la partie ſupérieure de la Cavité D, & monte juſqu'au haut de la Cavité B, ſans toucher la Plaque ſupérieure. Le troiſième Tuyau *q r*, qui eſt attaché à la partie inférieure de la Cavité B, parvient preſque juſqu'au fond de la Cavité D. C'eſt à la partie ſupérieure de cette derniére Cavité que tient le quatrième Tuyau *x v*, qui ſe termine preſque au haut de la Cavité A.

Enfin il y a encore un Tuyau *y z*, qui traverſe la Plaque ſupérieure du Vaiſſeau A B, à laquelle il eſt ſoudé, & qui deſcend dans la Cavité A de telle ſorte que le bout *z* touche preſque le fond.

A chacune de ces Cavitez, il y a en *e*, *e*, *e*, *e*, des ouvertures garnies de Robinets, ou bouchées par des Vis, avec des Cuirs entre deux; le principal uſage de ces ouvertures eſt de laiſſer bien écouler l'Eau, afin que le Métal ne ſe rouille point en dedans.

5. Experience.

On verſe par le Tuyau *o p* l'Eau qu'il faut pour remplir la Cavité D; cette Eau, ſi l'on continue à verſer, montera par le Tuyau *s t*, & deſcendra par *q r* dans la Cavité C, qui ſe remplira auſſi, l'Air montant par *x v* & ſortant par *z y*. 2269.

En tournant la Machine ſens deſſus deſſous, après avoir ôté les Vis *e*, *e*, des Cavitez C & D, l'Eau deſcendra dans les Cavitez B & A. Si l'on referme les Ouvertures *e*, *e*, & l'Ouverture *y* du Tuyau *z y*, & qu'après avoir remis la Machine

dans sa première situation, on verse de l'Eau par le Tuyau *o p*, jusqu'à ce que la Surface supérieure de la Machine en soit couverte, l'Eau jaillira à une Hauteur presque double de la Hauteur *o p* (*Fig.* 5.) dès qu'on débouchera l'ouverture *y*; & le Mouvement de l'Eau durera jusqu'à ce que la Cavité C soit vuide. Au reste la Hauteur de cette Eau jaillissante ira toujours en diminuant & sera à la fin moindre que le double de la distance qu'il y a entre les Vaisseaux.

2270. C'est à la Compression de l'Air dans les Vaisseaux que doit être attribué l'Effet de cette Machine. Les Pressions de l'Atmosphère en *o* & en *y*, comme aussi celles qu'elles produisent dans les Vaisseaux, sont égales; donc ces Pressions s'entre détruisent, & ne doivent point entrer en ligne de compte dans l'examen de la Machine. Quand on verse la seconde fois de l'Eau dans le Tuyau *o p*, elle y est soutenue par la Pression de l'Air contenu dans la Cavité D, & qui agit sur la Superficie de l'Eau, laquelle ne monte dans cette Cavité qu'à une très petite Hauteur; l'Air en D est, par conséquent, comprimé par le Poids de l'Eau, dont la Hauteur est *p o*: car il s'agit ici d'une Pression, qui surmonte celle de l'Atmosphère. L'Air, contenu dans la partie supérieure de la Cavité B, a communication par le Tuyau *s t*, avec l'Air qui est en D, & l'un ne sçauroit être comprimé, sans que l'autre le soit: d'où il suit que la Superficie de l'Eau est pressée avec la même Force dans les deux Cavitez. Cette Pression doit être ajoutée à celle qui nait de la Hauteur de l'Eau, pour avoir la Force, avec laquelle est comprimé l'Air, contenu dans la Cavité C, comme aussi celui qui est dans la partie supérieure de la Cavité A, l'Air en A ayant communication avec celui qui est en C, par le Tuyau *x v*. Ainsi la Pression sur la Superficie de l'Eau dans la Cavité A, vaut une Colomne d'Eau, dont la Hauteur est presque double de celle de toute la Machine; & à cause de cela l'Eau jaillit par l'ouverture en *y*, comme si elle étoit pressée par une semblable Colomne; c'est-à-dire, qu'elle monte à une Hauteur, peu differente de la Hauteur
* 1580. de cette Colomne *.

La Hauteur en question diminue à chaque instant; car les Colomnes d'Eau, qui pressent l'Air, vont continuellement en diminuant, parce que l'Eau augmente dans les Cavitez C & D,

&

& que ſa Hauteur diminue en B. Dans le même tems la Cavité A ſe vuide auſſi peu à peu, & comme l'Eau parcourt un plus grand eſpace avant que d'arriver en *y*, elle s'éleve auſſi au deſſus de *y* à une Hauteur, qui va en décroiſſant.

CHAPITRE VII.

Du Mouvement Ondulatoire de l'Air, où l'on traitte du Son.

DE quelque manière que l'Air ſoit agité, les Particules, qui ſont miſes en mouvement, en quittant leurs places, obligent les Particules voiſines à occuper un plus petit Eſpace; & l'Air, par cela même qu'il eſt dilaté dans un endroit, eſt comprimé dans l'endroit voiſin. L'Air comprimé, devenant par cela même plus Elaſtique, ſe dilate de nouveau, non ſeulement autant qu'il l'étoit auparavant, mais encore au delà: les particules, qui le compoſent, s'éloignant l'une de l'autre, par le mouvement acquis, à une plus grande diſtance que celle qui les ſéparoit au commencement. 2271.

L'Air, dilaté par ce Mouvement, revient à ſon premier état, & eſt comprimé enſuite dans un Sens contraire. Cette compreſſion produit de nouveau un Mouvement de Dilatation, & ainſi de ſuite. Cela étant, *il naitra de cette Agitation, quelle qu'elle ſoit, un Mouvement analogue à celui d'une Onde ſur la Superficie de l'Eau* *. C'eſt ce qui fait, qu'*on appelle cette portion d'Air, qui eſt comprimée, avec l'Air dilaté qui la ſuit* *, une Onde d'Air.* * 1737. * 1738.

L'Air comprimé ſe dilate de tous cotez, & *le Mouvement d'une Onde eſt le même que celui d'une Sphère, qui s'étend de toutes parts*, préciſément comme une Onde s'étend en Cercle ſur la Superficie de l'Eau *. 2272. * 1740.

Dans quelque endroit que paſſe une Onde, qui ſe meut en l'Air, les Particules d'Air ſont pouſſées hors de leur place, puis y retournent, & parcourent en allant & en revenant un très petit eſpace. 2273.

2274. Pour comprendre les Loix de ce Mouvement, concevons les Particules d'Air *a*, *b*, *c*, *d*, &c. jusqu'à *f*, disposées en Ligne droite à des Distances égales. Suppoſons que l'Onde parcoure cette Ligne, & qu'étant parvenue entre *b* & *p*, l'Air soit dilaté entre *b* & *h*, mais comprimé entre *h* & *p*; comme tout cela est representé dans la Ligne 1.

TAB. LXXV. Fig. 1.

2275. *La plus grande Denſité ſe trouve en m qui eſt à une égale diſtance de b & de p, & la plus grande Dilatation en e, point du milieu entre b & h.*

2276. *Dans quelque endroit que ce ſoit, où les Particules voiſines ne ſont pas également éloignées les unes des autres, l'Action de l'Elaſticité preſſe les parties moins éloignées vers celles qui le ſont davantage* *; & c'eſt cette Preſſion qu'il faut examiner, avant toutes choſes, en faiſant abſtraction de tout Mouvement acquis.

* 2111.

2277. *Entre b & e il y a une Preſſion de b vers e*, c'eſt-à-dire une Preſſion, *qui s'accorde avec le Mouvement de l'Onde; une Preſſion toute pareille a lieu entre m & p.*

2278. *Mais il y a une Preſſion contraire à celle là entre e & m, & cette Preſſion eſt dirigée de m vers e.*

2279. *En m & en e*, où les directions des Actions commencent à changer, *les Actions oppoſées s'entre-détruiſent*, à cauſe que les Particules voiſines ſont placées entr'elles à des diſtances égales.

2280. *En b, h, & p*, la difference entre les diſtances des Particules voiſines eſt la plus grande de toutes; & par conſéquent *l'Action de l'Elaſticité vers un coté eſt* auſſi *la plus grande.*

2281. Nous inferons, de ce qui vient d'être dit, qu'une Particule, ſuivant l'endroit où elle eſt placée dans l'Onde, éprouve de la part de l'Elaſticité une Action differente, par rapport à la génération, à l'augmentation, à la diminution, & à la deſtruction de ſon Mouvement; ainſi la direction du Mouvement d'une Particule ne ſçauroit être déterminée par la ſeule direction de l'Action, dont il s'agit, & cette derniére direction ne s'accorde pas toujours avec l'autre, & le Mouvement de chaque Particule varie à chaque inſtant.

2282. Toutes les Particules entre *b* & *p*, ſont tranſportées ſuivant l'ordre des Lettres. Les Particules entre *b* & *p* continuent leur Mouvement ſuivant cette même direction; les

autres entre *h* & *b*, reviennent vers *b*, comme nous le verrons dans la ſuite.

Ces derniéres Particules conſervent ce Mouvement, par lequel elles retournent, juſqu'à ce que l'Action de l'Elaſticité, dont la direction change au point *e*, détruiſe encore une fois le Mouvement acquis, auquel cas la Particule *b* reprend ſa première Situation & ſe retrouve en repos. La même choſe arrive l'inſtant ſuivant à la Particule *c*, mais *p* s'approche de *q*, comme dans la Ligne 2; &, dans les momens ſuivans, l'Onde acquiert ſucceſſivement toutes les Situations repreſentées dans les Lignes 1, 2, 3 &c. . . . 13; & *pendant qu'une Onde* parvient de la Situation qu'elle a dans la Ligne 1. à celle qu'elle a dans la Ligne 13, elle *parcourt* toute *ſa Largeur*. Dans ce Mouvement *la Particule p va & revient*; & *paſſe*, comme il paroit clairement par l'Inſpection de la Figure, *ſucceſſivement par toutes les Situations des Particules, dont l'Onde eſt compoſée.* 2283. 2284.

Chaque Particule éprouve l'une après l'autre un pareil Mouvement: & *ſi l'on diviſe le Tems, dans lequel une Onde parcourt ſa Largeur, en autant de parties, qu'il y a de Particules dans cette Largeur, chaque Particule ſe trouvera dans la même Situation où a été l'inſtant d'auparavant la Particule ſuivante*; qui a été plus longtems en Mouvement durant un pareil inſtant. 2285.

Le Mouvement d'une Particule quelconque, comme *p*, *eſt*, *quand elle va & revient, analogue au Mouvement d'un Pendule, pendant* qu'il fait deux Oſcillations, c'eſt-à-dire, pendant *qu'il part & revient à l'endroit, d'où il étoit parti.* 2286.

Quand le Pendule deſcend, ſon Mouvement s'accorde avec l'Action de la Gravité, & par cela même eſt acceleré, juſqu'à ce qu'il ſoit parvenu au point le plus bas de l'Arc qu'il doit décrire, c'eſt-à-dire, juſqu'à la moitié du chemin qu'il a à parcourir; le Mouvement, qu'il a acquis, fait qu'il continue à ſe mouvoir, juſqu'à ce que par l'Action de la Gravité, dont la direction commence au point le plus bas à être contraire au Mouvement du Pendule, ce Mouvement ſe trouve détruit; ce qui arrive quand le Pendule a achevé l'autre moitié de l'Arc qu'il avoit à décrire. Le retour du Pendule à l'endroit dont il étoit parti, ſe fait ſuivant les mêmes Loix. 2287.

2288. L'Action de l'Elaſticité fait mouvoir la Particule *p*, & en accelére le Mouvement, juſqu'à ce qu'elle aît la Situation de
* 2277. la Particule *m* dans la Ligne 1. *: Situation, qui ſe voit dans la Ligne 4, où la Particule *p* occupe le point du milieu de l'Eſpace à parcourir en allant & en revenant. Quoi-
* 2278. que l'Elaſticité agiſſe enſuite dans un ſens contraire *, le Mouvement, que la Particule a acquis, fait qu'elle continue à ſe mouvoir, juſqu'à ce que l'Action, dont il s'agit, ait détruit tout ſon Mouvement; ce qui arrive, quand la Particule a parcouru un Eſpace égal à celui, dans lequel ſon Mouvement a été produit; la Particule *p* eſt alors dans la Situation, qui eſt repreſentée dans la Ligne 7, & qui répond à celle de la Particule *b* dans la Ligne 1. L'Elaſticité fait alors retourner la Particule, & en accelère le Mouvement juſqu'à ce qu'elle aît acquis la Situation de la Particule *e* dans la
* 2278. Ligne 1 *, comme dans la Ligne 10; c'eſt-à-dire, juſqu'à ce que la Particule ſe trouve derechef, comme dans la Ligne 4, au point du milieu du Chemin à parcourir. La Particule, étant arrivée à ce point, continue à ſe mouvoir dans le même ſens, juſqu'à ce que ſon Mouvement ſoit entiérement détruit par l'Action de l'Elaſticité, dont la Direction vient de
* 2279. changer *; c'eſt alors que la Particule ſe retrouve dans ſa premiére Situation, comme dans la Ligne 13, où elle reſte en repos, n'étant pas miſe en Mouvement par quelque nouvelle Action. Tout ce que nous venons de dire ſe déduit de ce qui ſera démontré dans le 1. des Scholies ſuivans. Ainſi
2289. *dès que le Mouvement de tremblement du Corps, par lequel l'Air eſt agité, vient à ceſſer, il ne ſe forme plus de nouvelles Ondes*, & le nombre des Ondes eſt le même que celui des agitations du Corps.

2290. Si, après deux Vibrations d'un Pendule, la Gravité ceſſoit de déployer ſon Action, comme l'Elaſticité ceſſe d'agir ſur une Particule d'Air, qui eſt revenue à la place qu'elle avoit quittée, le Mouvement de cette Particule s'accorderoit en tout avec celui d'un Pendule. Au point du milieu de l'Arc, que le Pendule doit parcourir dans ſon Mouvement d'Oſcillation, la Gravité ne déploye aucune Action, & change de Direction; au point du milieu de l'Eſpace que la Particule *p* doit parcourir, en allant & en revenant, c'eſt-à-dire, au point

où

où elle ſe trouve dans les Lignes 4 & 10, la Situation de cette Particule répond à celle des Particules *m* & *e* dans la Ligne 1: Points, où l'Elaſticité ne deploye aucune Action & change de Direction *. Plus dans un Pendule le Corps, qui ſe meut, eſt éloigné du Point le plus bas, ou, ce qui revient au même, du point du milieu de l'Arc à décrire, plus auſſi la Gravité agit avec Force ſur lui; de même, plus la Particule *p* eſt éloignée du Point du milieu de l'Eſpace à parcourir, plus l'Action déployée ſur elle par l'Elaſticité eſt grande; & dans les Lignes 1. 7. & 13., dans leſquelles la Particule eſt la plus éloignée du Point en queſtion, ſa Situation répond à celle qu'elle a dans la Ligne 1., aux Points *b*, *h*, & *p*, dans leſquels l'Action de l'Elaſticité eſt la plus grande de toutes *. * 2279.

* 2280.

Pour déterminer la Loi ſuivant laquelle augmente cette Action de l'Elaſticité, qui croit avec la diſtance où une Particule eſt du Point du milieu de l'Eſpace à parcourir, il faut conſiderer la Loi qui a lieu par rapport à l'Elaſticité de l'Air, dont les Particules ſe fuient mutuellement avec une Force, qui eſt en raiſon inverſe de la diſtance qu'il y a entre les Centres des Particules *. On verra dans le premier des Scholies de ce Chapitre, que l'Action de l'Elaſticité ſur une Particule comme *p*, augmente ou diminue à proportion de la diſtance où elle eſt du Point du milieu de l'Eſpace à parcourir. 2291. * 2111.

Ainſi *toutes les Particules vont & reviennent ſuivant la Loi, à laquelle eſt ſoumis un Corps, qui fait des Vibrations en Cycloide* *. 2292. * 414.

On verra dans le même Scholie, que *la Viteſſe d'une Onde eſt égale à celle qu'acquiert un Corps en tombant de la moitié de la Hauteur, qu'auroit l'Atmoſphère, ſi, ſuppoſant la même quantité d'Air, cette Atmoſphère avoit par tout la même Denſité que dans l'endroit, où l'Onde ſe meut*; & la démonſtration a lieu, quelle que ſoit la Largeur de l'Onde, & quel que ſoit l'Eſpace que la Particule parcourt en allant & en revenant; d'où il ſuit *que toutes les Ondes ſe meuvent avec une égale Viteſſe*; ſçavoir, auſſi long-tems que l'Atmoſphère, qu'on ſuppoſe en cette occaſion avoir par tout la même Denſité, reſte à la Hauteur, que nous venons de marquer. 2293. 2294.

Mais dès que la Denſité de l'Atmoſphère éprouve quelque chan-

2295. changement, *les Quarrez des Viteſſes des Ondes ſont en même*
* 2293. *raiſon que les Hauteurs* *. Or ces Hauteurs varient très
374. ſouvent; car *l'Elaſticité de l'Air reſtant la même*, ſa Denſi-
2296. té ne laiſſe pas que de changer; &, d'un autre coté, l'Elaſticité peut changer, ſans que pour cela la Denſité éprouve aucun changement; enfin l'une & l'autre de ces deux choſes ſont ſujettes à des changemens fréquens.

Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, quand l'Elaſticité reſte la même, & que la Denſité change, en ſuppoſant l'Atmoſphère par tout de même Denſité, il arrive du changement à la Hauteur, mais point à la quantité d'Air, qui déploye ſa Preſſion:
* 361. la peſanteur de l'Air étant toujours égale à ſon Elaſticité *: or la Hauteur eſt comme l'Eſpace que l'Air occupe; & par
* 1464. conſéquent en raiſon inverſe de la Denſité *; donc *les Quarrez des Viteſſes des Ondes ſont en raiſon inverſe des Den-*
* 2295. *ſitez* *.

2297. *Quand la Denſité reſte, mais que l'Elaſticité éprouve quelque changement*, la Hauteur de l'Atmoſphère change, com-
* 361. me le Poids comprimant, c'eſt-à-dire, comme l'Elaſticité *. Donc *les Quarrez des Viteſſes des Ondes ſont comme les de-*
* 2295. *grez d'Elaſticité* *.

2298. *Si l'Elaſticité & la Denſité varient, les Quarrez des Viteſſes des Ondes ſeront en raiſon compoſée de la raiſon directe*
* 2297. *de l'Elaſticité* * *& de la raiſon inverſe de la Denſité* *.
* 2296.

2299. *Si la Denſité & l'Elaſticité augmentent, ou diminuent, en même raiſon*, la raiſon inverſe de la Denſité détruira la raiſon directe de l'Elaſticité, & *la Viteſſe des Ondes reſtera la même.*

Ce dernier cas a lieu, quand l'Air eſt comprimé, parce
* 2109. qu'il s'y joint d'autre Air *, lequel, pourvû que la Conſtitution de l'Air reſte la même, ne change rien à la Hauteur de l'Atmoſphère, qu'on ſuppoſe être par tout de même Denſité; car l'Air occupe un plus petit Eſpace à proportion du Poids
2300. ajouté. C'eſt pourquoi *il ne faut pas inferer que la Viteſſe des Ondes ſoit changée, parce qu'il eſt arrivé du changement à la Hauteur de la Colomne de Mercure, qui eſt ſoutenue par la Preſſion de l'Atmoſphère dans un Tuyau vuide*
* 2085. *d'Air* *. Ce changement marquant ſeulement, que le Poids, qui comprime l'Air dans le voiſinage de la Terre, eſt aug-
2301. menté. Par la même raiſon, *les Ondes ſeroient mues avec*

une

une égale Viteſſe au haut d'une Montagne & au fond d'une Vallée, ſi la conſtitution de l'Air ne differoit pas, à proportion de ſon Elevation *. * 2123

Comme l'Elaſticité de l'Air augmente par la chaleur *, il ſuit que *les Ondes ſe meuvent avec plus de Viteſſe en Eté qu'en Hyver.* * 2117. 2302.

Si l'on ſuppoſe l'Atmoſphère par tout de même Denſité, on en trouve la Hauteur, en meſurant la Hauteur d'une Colomne de Mercure, qui eſt en équilibre avec la Preſſion de l'Atmoſphère dans le Tube de Torricelli *, & en comparant la Denſité de l'Air avec celle du Mercure; ce qu'il y a moyen de faire en peſant l'Air *. Dès qu'on a trouvé la Hauteur de l'Atmoſphère, on peut, à l'aide des Pendules * déterminer la Viteſſe, qu'un Corps acquiert en tombant de la moitié de cette Hauteur. 2303. * 2085. * 2164. *415. 883. 374.

Le mouvement de l'Air, dont il s'agit ici, dépend uniquement de l'Elaſticité; & le calcul en ſeroit très exact, s'il n'y avoit pas une raiſon ſenſible entre les Particules & les Interſtices qui les ſéparent; que ſi nous ſuppoſons qu'une pareille raiſon a lieu, le Mouvement des Ondes en aura plus de Viteſſe: tout mouvement ſe communiquant dans un inſtant au travers d'un Corps Solide. 2304.

Or *nous avons conſideré les Particules d'Air, comme ſi c'étoient des Points; & les Viteſſes, trouvées dans cette hypothèſe, doivent être augmentées ſuivant la raiſon qu'il y a entre la Matière & les Interſtices pour avoir les véritables Viteſſes.* 2305.

C'eſt pourquoi, *auſſi long-tems, que le même Air conſerve ſa Denſité, l'Augmentation de ſon Volume eſt en même raiſon, que la Viteſſe* en queſtion. 2306.

Que *ſi la Denſité change, l'Augmentation ſuit non ſeulement la raiſon de la Viteſſe, mais auſſi celle* de la Matière à la Matière dans une même Ligne; c'eſt-à-dire, la raiſon *de la Racine cubique de la Denſité.* 2307.

Cette Règle ne ſeroit pas bonne s'il étoit queſtion d'un autre Air; car la Denſité des Particules peut varier, quoique celle de l'Air reſte la même, & alors la même raiſon entre les Diamètres des Particules & les Interſtices ne ſubſiſteroit plus. 2308.

2309. *Le Mouvement des Ondes dans l'Air produit le Son*; mais avant que d'aller plus loin, il eſt néceſſaire de dire quelque choſe des Senſations en général.

2310. Il y a une liaiſon ſi étroite entre l'Ame & le Corps, que certains Mouvemens dans le Corps ſont liez conſtamment à certaines Idées dans l'Ame. Par le mouvement des Nerfs, il s'excite à chaque inſtant dans l'Ame de nouvelles Idées, telles que ſont, par Exemple, celles de toutes les choſes ſenſibles; cependant nous ne voyons aucun rapport entre le Mouvement, qui ſe paſſe dans le Corps, & l'Idée excitée dans l'Ame. La liaiſon, dont il s'agit, échappe à notre pénétration; & nous ne ſentons pas même qu'il puiſſe y en avoir aucune. Il y a dans la Nature un grand nombre de choſes, qui nous paſſent. Au reſte, cette union, qu'il y a entre l'Ame & le Corps, n'appartient pas à la Phyſique.

2311. Quand il eſt queſtion en Phyſique d'expliquer une Senſation, il faut montrer comment le Mouvement, qui ſe fait dans un Corps, dans lequel eſt la cauſe de la Senſation, eſt ſuivi du Mouvement d'un Nerf particulier de notre Corps.

2312. Ainſi pour expliquer le Son, nous avons trois choſes à faire. 1. Il faudra déterminer le Mouvement qui a lieu dans le Corps qui produit le Son. 2. Montrer comment ce Mouvement parvient juſqu'à nous. 3. Enfin, expliquer ce qui ſe paſſe en nous.

2313. Les parties des Corps, qui produiſent le Son, ont un Mouvement de tremblement: les Corps, qu'on frappe, ne rendent point de Son, à moins qu'il ne ſoient élaſtiques. Ce Mouvement de tremblement eſt viſible dans des Cordes d'Inſtrumens de Muſique, quand elles rendent du Son. Ce même Mouvement eſt très ſenſible dans de grandes Cloches, & dans pluſieurs autres Corps. L'Expérience ſuivante le fait voir dans une Cloche de Verre.

I. Expérience.

2314. On prend une Cloche, faite d'un Verre mince, & au haut de laquelle il y a un Bouton, pour qu'on puiſſe la tenir à la main; on la frappe, & on en approche le bord de quelque Corps ſolide, & en repos. Si la diſtance entre cette Cloche & le Corps eſt fort petite, la Cloche donnera par ſon Mouvement de tremblement contre ce Corps à diverſes repriſes.

Ce-

Cependant *le Son ne dépend pas immédiatement de ce Mouvement visible, mais d'un autre Mouvement de tremblement, que de très petites Particules du Corps sonore éprouvent, dans le tems que le premier Mouvement a lieu.* 2315.

2. Experience.

Si l'on approche l'un de l'autre les bouts A & B de la Pincette ACB, qu'on tient suspendue; & qu'on les lâche tout à coup, on verra les deux bras de cette Pincette agitez d'un Mouvement de tremblement, sans entendre neanmoins aucun Son: mais si l'on frappe cette même Pincette de coté, le contraire arrivera; on entendra un Son, sans s'appercevoir qu'elle soit agitée d'aucun Mouvement de tremblement. 2316. TAB. LXXVI. Fig. 1.

Le Son, que rend un Corps frappé, dure quelque tems après que le Coup est donné: les Fibres agitées continuant pendant quelque tems leurs Vibrations *, par un Effet de leur Elasticité. 2317. * 1332.

Il arrive aussi que *le Son cesse avant que le Mouvement de tremblement vienne à cesser.* 2318.

Le Mouvement du Corps ainsi agité, pour parvenir à l'oreille, passe par l'Air; car l'Expérience nous apprend, que *l'Air est le véhicule du Son.* 2319.

Machine

Pour faire des Expériences touchant le Son.

On joint à la Machine A, le Timbre C (qui est representé à part dans la *Fig.* 5., pour qu'on voye mieux comment on le fait tenir.) Cette Machine est composée de plusieurs Roües, qui, étant mises en Mouvement par le moyen d'un Ressort, comme dans les Montres de Poche, font mouvoir, à leur tour, les petits Marteaux *m*, *m*, qui frappent alternativement le Timbre. Il faut que le Mouvement des Roües puisse durer quatre ou cinq minutes, avant que le Ressort soit entiérement débandé. 2320. TAB. LXXV. Fig. 2. 5.

Le Mouvement des Roües & des Marteaux s'arrête, ou se continue par le moyen de la Languette *e*, mobile autour de *c*, & propre à arrêter la Platine ronde *d*, qui sert de Balancier à cette Machine. 2321.

3. Experience.

La Machine, que nous venons de décrire, tient à un pied de Plomb D. On la pose sur la Plaque G de la Machine 2322. Fig. 2.

Pneumatique, après avoir mis entre deux les petits Couſſins de Coton E, E, & l'on couvre le tout du Recipient de Verre R, ouvert par enhaut. Pour fermer cette Ouverture on ſe ſert du Couvercle O, auquel eſt jointe la Boëte aux Cuirs
* 2155. P, que traverſe la Verge de Cuivre S T *; au bout T de cette Verge eſt attachée la Plaque B, taillée & recourbée de façon qu'en tournant le Manche, on peut changer à volonté la Situation de la Languette *e*, & par cela même faire agir les Marteaux ou faire ceſſer leur Mouvement. Ce Mouvement étant arrêté, ſi l'on tire tout l'Air du Recipient, & qu'après cela on remette en Mouvement les Marteaux, on n'entendra pas le moindre Son.

2323. A la verité, comme on ne ſçauroit vuider entièrement d'Air un Recipient, le Son n'eſt pas totalement anéanti, mais ſeulement tellement affoibli, qu'il faut avoir l'oreille fine pour l'entendre.

2324. On ne peut pas ſe fier à l'Indice Mercuriel, dans cette Expérience, pour être ſûr que l'Air ſoit bien tiré du Recipient; car après que le Mercure eſt à la plus grande Hauteur à laquelle il puiſſe parvenir, il faut continuer à pomper, pour éteindre ou affoiblir tout à fait le Son autant qu'il ſe peut; ce qui confirme, que la Denſité diminue, quoique l'Elaſticité reſte la même, comme il a été dit dans un autre en-
* 2190. droit *.

2325. En faiſant rentrer une petite quantité d'Air, on entend d'abord un Son foible, qui augmente à proportion de l'Air qui rentre. Cette Expérience prouve indubitablement, que l'Air, ſans être tranſporté, eſt le Véhicule du Son, ce qui
2326. démontre la vérité de ce que j'ai avancé, que *le Son dépend*
2327. *du Mouvement ondulatoire de l'Air*; & confirme que *le Son nait du Mouvement de tremblement dont les Particules des Corps ſont agitées.*

Or comme ce Mouvement de tremblement ſe communi-
2328. que aiſément d'un Corps à un autre, *la tranſlation du Son, produite par le Mouvement de tremblement des Fibres, eſt très remarquable.* L'Expérience ſuivante fera voir juſqu'où s'étend la communication de ce Mouvement.

4. EXPERIENCE.

2329. Toutes choſes étant diſpoſées comme dans l'Expérience pré-

précédente, après avoir tiré l'Air du Recipient & relâché les Marteaux, on tourne le Manche S de manière que la Plaque B touche la Languette *e*, ſans pourtant en changer la Situation; dans cet inſtant même on entend le Son de la Machine; celui du Timbre eſt foible, mais celui des Roües s'entend diſtinctement. Dès que la Plaque B ne touche plus la Languette, le Son ceſſe d'abord.

Dans la troiſième Expérience, avant qu'on ait tiré l'Air du Recipient, & après qu'on l'y a laiſſé rentrer, le Son de la Machine ſe fait entendre diſtinctement, quoique l'Air agité n'ait pas la moindre communication avec l'Air extérieur; d'où il ſuit, que *le Mouvement ondulatoire de l'Air communique aux Fibres des Corps un Mouvement de tremblement, qui produit des Ondes dans l'Air extérieur.* Cependant le Son en ce cas eſt extrêmement affoibli. 2330.

Le Son ne *ſe communique* pas ſeulement à travers des Corps ſolides, mais auſſi *à travers des Fluides*; *& en ce cas il perd* auſſi *beaucoup de ſa Force.* 2331.

5. Experience.

On renferme dans le Verre V la Machine décrite ci-deſſus *, &, après avoir relâché les Marteaux *m*, *m*, on place ſur le Verre le Couvercle de bois O, & l'on bouche avec de la cire molle toutes les Ouvertures, par leſquelles l'Eau pourroit entrer. Enſuite on mêt ce Verre dans un autre Verre plus grand B, dont le fond eſt couvert de Mercure à la hauteur d'un ou de deux Pouces, & l'on remplit le Verre B d'Eau. On n'entend alors, qu'un Son foible. Or il n'y a de communication entre le Timbre & l'Air extérieur qu'à travers l'un des deux Fluides, l'Eau ou le Mercure. 2332. TAB. LXXV. Fig. 3. * 2320.

Le Fluide communique un Mouvement de tremblement au Verre, dans lequel il eſt contenu, comme auſſi à l'Air, qui eſt immédiatement au deſſus de la Superficie de l'Eau. 2333.

Dans tous les cas, dont nous venons de faire mention, le Mouvement ondulatoire de l'Air parvient juſqu'à notre oreille, & entre dans le Canal, qui eſt à la partie extérieure de l'Oreille. Cette partie extérieure eſt terminée par une Membrane très mince & tendue, qu'on nomme Tympan, & qui ſépare la partie externe de l'Oreille de la partie interne. Les particules d'Air, qui ſont auprès de cette Membra- 2334.

ne, frappent le Tympan, auſſitôt que le Mouvement d'ondulation eſt parvenu juſqu'à elles, & lui communiquent un Mouvement de tremblement, qui ſe transmêt à l'Air contenu dans la Cavité intérieure de l'Oreille; quelques Oſſelets ſont mis en Mouvement par l'agitation du Tympan; le Mouvement d'ondulation ſe communique par de petits Canaux contournez d'une façon particuliére, & la Superficie oſſeuſe de cette Cavité eſt frappée, dans tous ſes points, par les Particules d'Air, qui ont été miſes en Mouvement. Par ces differens moyens, le Mouvement eſt communiqué au Nerf Acouſtique, qui pénétre dans la cavité de l'organe dont nous parlons.

2335. C'eſt quelque choſe d'admirable que la Structure de l'Oreille; mais, comme nous ne connoiſſons pas l'uſage de toutes les parties, qui la compoſent, je n'entrerai pas dans un plus grand détail à cet égard.

2336. *La Viteſſe du Son eſt la même que celle des Ondes, qui frappent l'Oreille*; & tout ce qui a été dit de la Viteſſe
* 2293. de ces derniéres *, convient à celle du Son. Il faut obſer-
2294. 2296. ver au ſujet de l'Art. 2293. qu'il n'y a pas moyen de déter-
2297. 2298. miner par calcul la Viteſſe du Son *, à cauſe qu'on ignore la
2299. 2300. Proportion qu'il y a entre les Diamètres des Particules, &
2301. 2302. les Interſtices, qui les ſéparent; mais qu'on la détermine immédiatement à l'aide de l'Expérience ſuivante.

2305. 2306. 2307. 2308. Si l'on allume de Nuit un Feu, qui, dans l'inſtant même qu'on l'allume, faſſe du bruit; & qu'il y ait à une diſtance connuë un Spectateur, qui meſure, à l'aide d'un Pendule
* 2303. 2304. court, le tems qui s'écoule depuis l'inſtant qu'il a vû la Lu-
2337. miere juſqu'à celui où il a entendu le Son, on connoitra par cela même la Viteſſe du Son; car pour ce qui regarde le Mouvement de la Lumiére, au moins par rapport à l'Eſpace parcouru dans cette Expérience, il eſt momentané.

2338. C'eſt par une Expérience ſemblable qu'on a trouvé en France, que le Son parcouroit mille & quatre-vingt Pieds de Roi, c'eſt-à-dire, onze-cens & dix-ſept Pieds du Rhin dans le tems d'une ſeconde: Viteſſe, qui différe peu de celle que G. Derham a déterminée par un grand nombre d'Expériences dans un Eſpace de plus de douze-milles d'Angleterre. Suivant cet Auteur, l'Eſpace parcouru par le Son dans une Seconde, eſt de onze-cens
* 2302. Pieds du Rhin: mais cette Viteſſe n'eſt pas toujours la même *.

Si

Si dans le tems qu'on détermine par cette Methode la Viteſſe du Son, on trouve l'eſpace, que l'Elaſticité fait parcourir *, on aura l'Accéleration du Son produite par l'épaiſſeur des Particules. 2339. * 2293. 2303.

La Viteſſe du Son eſt uniforme *; *cependant quand l'Eſpace, que le Son parcourt, eſt grand, cette Viteſſe peut ſe trouver accélerée ou retardée* *, par la difference des Forces repulſives des Particules, en differens lieux *. Cependant cette Verité eſt plutôt fondée ſur le raiſonnement, que ſur quelque Expérience, à cauſe que la Conſtitution de l'Air ne différe pas aſſez dans des Lieux voiſins l'un de l'autre. 2340. * 2294. * 2296. * 2117.

La Viteſſe du Son varie ſuivant que le Vent, qui ſouffle, porte du même coté que le Son, ou vers un coté directement oppoſé. Le Vent tranſporte l'Air d'un lieu dans un autre; ainſi la Viteſſe du Son augmente, quand ſa direction eſt la même que celle du Vent: auquel cas la Viteſſe du Vent doit être ajoutée à celle que nous avons aſſignée au Son. 2341.

En ſuppoſant avec Mariotte que le Vent le plus fort ne parcourt que trente & deux Pieds dans une Seconde, il ſe trouvera, que ces Vents violens, qui déracinent des Arbres, & qui renverſent des Maiſons, n'ont pas la trentième partie de la Viteſſe du Son. 2342.

Suivant d'autres la Viteſſe du Vent eſt beaucoup plus grande, & par cela même celle du Son eſt ſuſceptible d'une plus grande augmentation, que celle que nous venons de marquer, ce qui s'accorde auſſi mieux avec les Obſervations. 2343.

Le même argument prouve que le Mouvement du Son eſt quelquefois retardé par le Vent. 2344.

L'Eſpace, que les Particules parcourent, en allant & en revenant, peut être augmenté ou diminué par le Vent; d'où il ſuit qu'*on entend le Son à une plus grande ou à une moindre diſtance, ſuivant la direction du Vent.* Car, quand l'Air eſt tranſporté par le Vent, les Particules s'approchent tant ſoit peu les unes des autres, dans le tems que l'Air, qui eſt derriére, pouſſe celui de devant; ce mouvement augmente l'Elaſticité de l'Air, & la direction en eſt la même que celle du Vent. 2345.

L'Intenſité du Son dépend des Coups dont l'Air frappe le Nerf 2346.

Nerf acouſtique; & ces coups ſont comme les Forces inhérentes aux Particules qui frappent.

2347. Ces Forces ſont comme le nombre des Particules, qui donnent en même tems contre le Tympan, & comme les Quarrez des Viteſſes, avec leſquelles elles viennent frap-
* 757. per *.

2348. Donc *pour déterminer l'Intenſité du Son, il faut conſiderer la Denſité de l'Air; la Viteſſe du Son; l'Eſpace que les Particules parcourent en allant & en revenant; & le nombre des Ondes, qui donnent contre l'Oreille dans un certain Tems.*

2349. *Toutes les autres circonſtances reſtant les mêmes, ſi le poids, qui comprime l'Air, éprouve quelque changement*, l'Eſpace, que les Particules parcourent, en allant & en revenant, ne changera point pour cela: cet Eſpace ne pouvant varier, que quand le Mouvement de tremblement, des parties du Corps, vient à augmenter ou à diminuer; il n'arrive non plus aucun changement au nombre des Ondes, qui dépendent auſſi du tremblement du Corps; enfin, la Viteſſe du Son reſte auſſi la
* 2300. même *, en faiſant abſtraction de l'accéleration, dont il a été fait mention dans l'Article 2305., & de laquelle il ne s'agit point ici, où il eſt queſtion de la Viteſſe, avec laquelle les Particules ſont tranſportées; ainſi la ſeule Denſité varie, c'eſt-à-dire, qu'il n'arrive de changement que par rapport au nombre des Particules, qui frappent le Tympan dans un certain tems, & c'eſt dans cette même raiſon que *l'Intenſité du Son change*
* 2346. *, c'eſt-à-dire, dans la même raiſon que la
* 2101. Denſité, laquelle eſt *comme le Poids, qui comprime l'Air* *.
1464. L'Expérience ſuivante prouve que l'Intenſité du Son eſt ſuſceptible d'Augmentation.

6. EXPERIENCE.

2350. La Planchette, dont une partie ſe voit ſéparément en E,
TAB. LXXV. Fig. 4. 5. eſt ajuſtée dans la Machine NM, où l'on comprime l'Air *.
* 2216. On met ſur cette Planchette un Cuir, & l'on place ſur ce
* 2320. Cuir la Machine A *, dont nous avons fait uſage dans la troi-
* 2322. ſième Expérience de ce Chapitre *; pour que cette derniére Machine ſoit bien affermie, le Pied de Plomb D eſt percé de deux trous, dont l'un eſt repreſenté en *f*, & par où paſſent deux Poinçons, qui ſe fixent en E. Au Cylindre NM

eſt

eſt jointe la Boëte aux Cuirs P, que traverſe la Verge ST*, à laquelle eſt attachée la Plaque B, que nous avons employée dans la 3me Expérience *, mais qui dans le cas preſent eſt autrement appliquée à la Verge. Cette Plaque ſert ici comme dans l'autre cas, à faire mouvoir ou à arrêter les Marteaux, en tournant le Manche Q. * 2155. * 2322.

Le Cylindre MN étant fermé par le Couvercle O, on comprime l'Air à diſcrétion *, & l'on remêt la Machine ſur le Pied G. Cela étant, ſi l'on fait joüer les Marteaux, on en entendra le Son diſtinctement, & ce Son ſera plus grand à proportion que l'Air aura été plus comprimé. Si l'on ouvre le Robinet, & qu'on le referme, après avoir laiſſé ſortir l'Air, le Son ſera plus foible. * 2224.

Puiſque l'Intenſité du Son eſt plus grande dans un Air comprimé & renfermé, il ſuit que les fibres, dont eſt compoſé le Cylindre MN, ont été plus agitées, & qu'une plus grande agitation a été communiquée à l'Air extérieur. 2351.

Si, le Poids qui comprime l'Air reſtant le même, la Denſité de l'Air augmente, la Matière, miſe en Mouvement, augmentera à la vérité en même raiſon que la Denſité; cependant je démontrerai dans le ſecond Scholie de ce Chapitre, que *l'Intenſité du Son*, en ce cas, *diminue en raiſon inverſe de la Racine Quarrée de la Denſité.* D'où il ſuit, que, toutes choſes d'ailleurs égales, *l'Intenſité du Son eſt plus grande en Eté qu'en Hyver.* 2352. 2353.

7. Experience.

On ſuſpend la Sonnette A dans le Verre R, &, en ouvrant le Robinet, on laiſſe une libre communication entre l'Air, qui eſt dans le Verre, & l'Air extérieur. On ſecoüe le Verre & l'on détermine à quelle Diſtance la Sonnette ſe fait entendre. Si l'on répete la même Expérience après avoir échauffé le Verre, avec l'Air, qu'il contient, le Son ſe fera entendre à une plus grande Diſtance. 2354. Tab. LXXVI. Fig. 2.

Ceci a lieu auſſi long-tems que la Conſtitution de l'Air reſte la même; mais elle change ſouvent *. *Les Vapeurs aqueuſes diminuent conſidérablement l'Intenſité du Son:* * 2117. 2122.

Une autre différence entre les Sons vient du nombre des Vibrations que font les Fibres du Corps Sonore; c'eſt-à-dire, du nombre des Ondes formées en l'Air dans un certain 2355. 2356.

tain tems; car la Senſation, excitée dans l'Ame, eſt différente, ſuivant le différent nombre de percuſſions dans l'Oreille.

2357. *C'eſt du nombre des Vibrations que dépend le Ton Muſical, qu'on appelle plus aigu à proportion que les Particules d'Air vont & reviennent plus fréquemment; & plus grave, à proportion que le nombre des Ondes eſt plus petit:*

2358. *Les Tons ſont plus ou moins aigus entr'eux à proportion du nombre des Ondes, qui ſont en l'Air dans le même tems.*

2359. *Le Ton ne dépend pas de l'Intenſité du Son; & une Corde agitée rend le même Son, ſoit qu'elle parcoure un plus grand ou un moindre Eſpace* *.

* 1292. 2357.

2360. *Les Conſonances naiſſent de l'Accord qu'il y a entre les divers Mouvemens, qui ſe font en l'Air, & qui affectent dans le même tems le Nerf acouſtique.*

2361. *Si deux Corps, agitez d'un Mouvement de tremblement, font leurs Vibrations en tems égaux*, il n'y aura aucune différence entre les Tons. *Cette Conſonance* qui eſt la plus parfaite de toutes *ſe nomme Uniſon.*

2362. *Si les Vibrations ſont comme un à deux, la Conſonance ſe nomme Octave, ou Diapaſon.*

2363. *Si les Vibrations ſont comme deux à trois*; c'eſt-à-dire, ſi la ſeconde Vibration d'un de ces Corps concourt toujours avec la troiſième Vibration de l'autre, *cette Conſonance ſe nomme Quinte, ou Diapente.*

2364. *Les Vibrations, qui ſont comme trois à quatre, donnent une Conſonance, qu'on appelle Quarte, ou Diateſſaron.*

2365. *On appelle Diton la Conſonance qui a lieu, quand les Vibrations de l'Air ſont comme quatre à cinq.*

2366. *Et Semiditon la Conſonance qui naît, quand la cinquième Vibration d'un Corps finit avec la ſixième Vibration d'un autre.*

2367. Dès qu'on connoit les dimenſions des Cordes & leur tenſion, il eſt facile de déterminer les Conſonances produites par leur agitation, pourvû que ce ſoient des Cordes d'une même ſorte; car les agitations, qu'éprouvent les plus petites parties, dépendent de celles des Cordes entiéres.

2368. *Toutes choſes d'ailleurs égales, ſi les Longueurs de deux Cor-*

Cordes ſont comme le nombre des retours en Conſonance, il y a Conſonance entre les Sons que les Cordes rendent *. * 1294.

La même choſe a lieu, ſi toutes choſes égales, les Diamètres ont entr'eux la proportion, que je viens d'indiquer *. 2369. * 1295.

Et pareillement, ſi toutes choſes égales, la même raiſon règne entre les Vibrations en Conſonance & les Racines quarrées des Tenſions *. 2370. * 1293.

En général, les Cordes quelconques étant de même ſorte, ſi la raiſon, compoſée de la raiſon directe des Longueurs & des Diamètres, & de la raiſon inverſe des Racines quarrées des Tenſions, eſt la même que celle qu'il y a entre les Nombres des Vibrations achevées en même Tems dans une Conſonance quelconque, l'agitation des Cordes donne cette Conſonance *. 2371. * 1296.

Toutes ces Propoſitions ſont confirmées par l'Expérience journaliére des Muſiciens.

Ils ont obſervé par rapport à ces Cordes un Phénomène curieux, dont divers cas méritent d'être expliquez.

De deux Cordes quelconques tendues, qui font leurs Vibrations en Tems égaux, ſi l'on en agite une, l'autre ſe mettra en mouvement auſſi. 2372. Car chaque Onde d'Air, formée par le mouvement de la premiére Corde, vient frapper la ſeconde, & lui communique un petit Mouvement; agitée par ce Mouvement, quelque petit qu'il puiſſe être, cette Corde va & revient pluſieurs fois *, & ſe meut par le choc de la premiére Onde, dans le tems qu'une deuxiéme Onde, dont le Mouvement ſe fait dans le même Sens que celui de la Corde *, arrive, & augmente ce dernier Mouvement. Ce que nous diſons de la deuxiéme Onde, peut s'appliquer à toutes les Ondes ſuivantes; & le Mouvement de la ſeconde Corde ſera accéleré juſqu'à ce qu'il ſoit à peu près égal à celui de la premiére. * 1292. * 1292.

On peut inférer de cette démonſtration, qu'*une Corde agitée communique du Mouvement à une autre Corde, qui fait deux ou trois Vibrations, pendant que la premiére n'en fait qu'une ſeule.* 2373.

Il ſuit de la même démonſtration, que, ſi une Corde agitée fait pluſieurs Vibrations, dans le tems qu'une autre Cor- 2374.

de, qui doit être mise en Mouvement par l'Action de l'Air, n'en peut faire qu'une, un mouvement particulier sera communiqué à cette derniére Corde: pour sçavoir quel sera ce Mouvement, il faut remarquer, qu'il y a un tel rapport entre la durée d'une Vibration & la longueur d'une Corde, que, toutes choses d'ailleurs égales, l'une de ces choses étant déterminée, détermine par cela même nécessairement l'autre. Donc si une Corde quelconque est frappée à différentes reprises, & que les Coups soient plus fréquens, que ne permet la Longueur de la Corde, il n'y aura de Mouvement communiqué qu'à une partie de la Corde, dont la Longueur répond à la durée des Vibrations communiquées, & ce Mouvement sera en quelque manière un mouvement d'Ondulation. Pour la Longueur des Ondes dans la Corde, elle dépendra de la durée de la Vibration communiquée, c'est-à-dire, du tems qui s'écoule entre deux Coups, qui s'entresuivent immédiatement.

2375. *Si l'on a deux Cordes, dont l'une fasse deux Vibrations & l'autre une, dans le même tems, & que la première soit mise en Mouvement*, la Durée des Vibrations, que l'Action de l'Air communique à la seconde Corde, sera celle qui convient à une Corde qui n'auroit que la moitié de la Longueur qu'a
* 1294. cette seconde Corde *, & telle est précisément la Longueur des Ondes qui s'y forment. Ainsi *le Mouvement, qui a été communiqué, partagera la Corde en deux parties égales, & le Point du milieu restera en repos.* Pour confirmer la verité de cette proposition, on fait une Expérience, qui consiste à attacher un petit Morceau de Papier à une Corde, à laquelle on communique ensuite le Mouvement en question: Le Papier étant attaché au point du milieu, restera en repos; mais dans tout autre point il aura un Mouvement de tremblement.

2376. *Si l'on a deux Cordes, dont l'une fasse trois Vibrations, & l'autre une, dans le même Tems, & que la première soit mise en Mouvement, le Mouvement qu'elle communiquera, partagera la seconde Corde en trois parties égales, & il y aura deux Points, qui resteront en repos*; ce qui s'accorde aussi avec les Expériences, faites à cet égard. On peut facilement déduire, de ces mêmes principes, tous les autres cas ob-

obſervez par les Muſiciens, ſur cette communication de Mouvement.

Ce qui a été dit de la Reflexion & de l'Inflexion des Ondes dans l'Eau *, peut s'appliquer à leur Reflexion dans l'Air: l'Elaſticité produiſant, en ce cas, le même Effet, que la Preſſion de l'Eau élevée produit dans l'autre. 2377. * 1742. 1744. 1745. 1746.

Il arrive ſouvent qu'un Son, eſt repété par reflexion, & c'eſt ce qu'on nomme Echo. Si différentes parties d'une même Onde, qui s'étend en Sphère *, viennent donner contre différentes Surfaces, de manière, qu'étant réflechies, elles concourent dans un même endroit, le Mouvement de l'Air ſera plus fort en cet endroit, & il ſe formera un Son. 2378. * 2272. *Le même Son eſt ſouvent repété pluſieurs fois*, à cauſe que les différentes parties d'une même Onde ſont refléchies à différentes diſtances, & que quelques unes de ces parties concourent ſucceſſivement dans un même endroit. Une pareille repétition vient auſſi quelquefois de ce que la Reflexion même a été repétée. 2379.

La Reflexion augmente le Son dans un Tube; comme il paroit par les Trompettes parlantes. La figure la plus parfaite de toutes, qu'on puiſſe donner à ces Trompettes, eſt celle qui ſeroit formée par la circonvolution d'une Parabole, autour d'une ligne Parallèle à ſon Axe, & éloignée de cet Axe d'un quart de pouce. Car ſi en parlant on place la Bouche dans l'Axe de la Machine & au Foyer de la Parabole, les Ondes ſont refléchies, enſorte que chacune de leurs parties acquiert un Mouvement parallèle à l'Axe de la Machine; ce qui augmente beaucoup la Force de l'Onde & celle du Son. Les bords de la plus grande ouverture, par laquelle le Son ſort, doivent s'élargir en forme de Levres, pour que l'Onde ſe diſperſe plus facilement de toutes parts. 2380.

8. Experience.

Si quelqu'un, après avoir appliqué la Bouche à la plus petite ouverture de cette Trompette, parle à Voix baſſe, on entendra à une diſtance conſiderable ce qu'il dit, & à une petite diſtance le Son ſera très augmenté, ſi la Trompette parlante a quatre Pieds de longueur. 2381. TAB. LXXVI. Fig. 3.

L'Intenſité du Son augmente avec la Longueur de la Trom- 2382.

pette, & on entend le Son à une plus grande distance. Il y a aussi de la différence, si, la Longueur restant la même, la Trompette est plus large comme A, ou plus étroite comme B. Je n'ai point encore déterminé par des Expériences quelle de ces deux Trompettes porte le Son à une plus grande distance.

SCHOLIE I.

Demonstrations des Articles 2291. 2293.

2383. POur bien comprendre ce qui a été dit touchant la Loi, à laquelle les Particules sont soumises dans le Mouvement Ondulatoire, qu'elles ont
* 2291. en allant & en revenant *, il faut considerer, que la Loi de l'Elasticité détermine le Mouvement de l'Air, & reciproquement, que le Mouvement de l'Air, étant donné, détermine la Loi de l'Elasticité.

Je me servirai de la seconde de ces Methodes, & supposant que chaque Particule, en allant & en revenant, est agitée, comme un Corps mû en Cycloide, c'est-à-dire, en supposant que chaque Particule est poussée par une Force, qui augmente ou diminue en même raison que la distance du
* 414. Point du milieu de l'Espace parcouru en allant & en revenant *, je démontrerai que pour cela est requise la même Loi d'Elasticité, que nous avons
* 2111. vû ci-dessus avoir lieu dans l'Air *: par où il paroitra que les Particules d'Air sont réellement muës suivant la Loi, à laquelle est soumise un Corps, qui fait ses Vibrations en Cycloide.

2384. Supposons que le Cercle AFB ait sa Circonference égale à la Largeur d'une
TAB. LXXVI. Fig. 4. Onde; soit un Cercle concentrique au premier, mais plus petit, GIOL, dont le Diamètre soit égal à l'Espace que parcourent les Particules en allant & en revenant; comme cet Espace est très petit, ce second Cercle n'a pas de grandeur sensible en comparaison du premier.

Supposons que la Circonference du petit Cercle represente le Tems, pendant lequel l'Onde parcourt sa Largeur; c'est-à-dire, le Tems, qu'une Par-
* 2284. ticule employe à aller & à revenir *; ainsi la Particule parcourt deux fois la Ligne GO, suivant la Loi, que suit un Corps auquel sa Pesanteur fait parcourir une Cycloide: donc la demi-Circonference represente le Tems, durant lequel la même Ligne est parcourue une fois.

Soit, dans le grand Cercle, la Distance entre les Centres de deux Particules voisines & en repos marquée par EF; si l'on méne à present des Points E & F des Lignes au Centre, l'Arc I*i*, dans le petit Cercle, representera un des Momens, dont il est parlé dans l'Art. 2285.; car nous avons supposé que la plus grande Circonference étoit égale à la Largeur de l'Onde.

Par

Par conſéquent, ſi une Particule eſt tranſportée par GH, la Particule ſuivante, qui a été mue un moment de plus, ſera tranſportée par G*h* *; ayant mené IH, *ih*, perpendiculaires à GO, la différence entre les Eſpaces parcourus ſera H*h*; or la différence entre les Eſpaces parcourus par les Particules voiſines, eſt une augmentation ou une diminution de la Diſtance qui les ſépare: dans ce dernier cas, où la Particule, qui précedoit, a parcouru un plus petit Eſpace, que la Particule ſuivante, H*h* ou I*m* que nous ſuppoſons lui être parallèle, marque la Diminution de la Diſtance; laquelle eſt par conſequent repréſentée par EF moins I*m*. * 467.

La raiſon, qu'il y a entre I*m* & EF, eſt compoſée de la raiſon de I*m* à I*i*, & de celle de I*i* à EF. La première eſt la même que celle qu'il y a entre IH & IC, à cauſe des Triangles rectangles ſemblables I*mi*, IHC. La ſeconde raiſon eſt celle qu'il y a entre IC & CE, ce qui eſt évident. La raiſon, compoſée de ces raiſons, eſt celle de IH à EC, ou AC. Donc ſi l'on déſigne, par le Demi-diamètre du plus grand Cercle, la Diſtance entre les Particules, avant qu'elles ſoient miſes en Mouvement, HI repreſentera la Diminution de la Diſtance, pendant que l'Arc GI marquera le Tems que dure le Mouvement *. On prouvera par un raiſonnement pareil, qu'au retour des Particules, HL repreſente l'augmentation de la Diſtance, ſi l'Arc OL repreſente le Tems du retour, ou, ce qui revient au même, ſi l'Arc GIOL marque le Tems que dure le Mouvement. * 467.

Si l'on conçoit à preſent la Ligne PQ, parallèle à GO, & tangente au grand Cercle au point P, & qu'on prolonge HI juſqu'en R; HR ſera égale à AC: en ôtant HI reſtera IR, qui marque la Diſtance entre les deux Particules, en ſuppoſant que GI marque le Tems que dure le Mouvement: ſi ce même Tems étoit marqué par GIOL, la Diſtance entre les Particules ſeroit RL; & les Diſtances dans les Momens quelconques, ſeroient déſignées par des Lignes parallèles à la Ligne PC, terminées d'un coté par la Ligne QPM, & de l'autre par le Demi-Cercle GIO en allant, & en revenant par le Demi-Cercle OLG.

La différence entre deux Diſtances voiſines eſt *im* ou *nl*, ſi I*i*, ou L*l*, déſigne, comme auparavant, le Moment, dont il eſt parlé dans l'Article 2285: auquel cas les petites Lignes I*i*, & L*l* ſont conſtantes; mais comme nous ſuppoſons les parties agitées, en allant & en revenant, ſuivant la Loi, que ſuit un Pendule que la Gravité fait mouvoir en Cycloide, les petites Lignes, comme *im* ou *nl*, I*i* ou L*l* étant conſtantes, déſignent la Force, qui accélére le Mouvement, pendant que le Tems de l'agitation eſt déſigné par GI, ou par GIOL *: Donc *la Force accéleratrice, qui agit à chaque inſtant ſur chacune des Particules, dans le Mouvement que nous venons de ſuppoſer, eſt proportionnelle à la différence entre la Diſtance qui ſépare les Particules voiſines*; pourvû que cette Force accéleratrice s'accorde en ceci avec la Peſanteur, qu'elle agiſſe ſur une Particule en Mouvement, comme elle agiroit ſur une Particule en repos *; ce qui aura lieu, en cas que la Force accéleratrice dépende de l'Elaſticité de l'Air; car alors la cauſe mouvante eſt tranſportée avec les Particules mêmes. Or nous allons * 468. 2385. * 371.

lons démontrer qu'une pareille Force a réellement lieu dans l'Air.

2386. La Force, avec laquelle les Particules, dont la Distance est désignée par IR, se repoussent mutuellement, est à la Force, avec laquelle se repoussent les Particules, dont la Distance est exprimée par ir, comme $\frac{1}{RI}$ à $\frac{1}{ri}$ *; & la différence de ces Forces est celle, avec laquelle est agitée la Particule du milieu; Force, qui est exprimée par $\frac{1}{ri}-\frac{1}{RI}=\frac{RI-ri}{RI\times ri}=\frac{mi}{RI\times ri}$; pendant que la Force, avec laquelle les Particules en repos se fuient l'une l'autre, & dont la Distance est désignée par GQ, est $\frac{1}{GQ}$.

* 2111.

Donc ces Forces sont comme $\frac{mi}{RI\times ri}$ à $\frac{1}{GQ}$, ou comme $mi\times GQ$ à $RI\times ri$, ou à GQ^q; à cause que GQ, RI, ri, peuvent, sans erreur sensible, être considerées comme égales, la grandeur du petit Cercle étant très peu de chose en comparaison de celle du plus grand. La dernière des raisons, que nous venons d'indiquer, est celle qui se trouve entre mi & GQ; sçavoir, en divisant l'une & l'autre Quantité par GQ, ce qui ne change pas la raison qu'il y a entr'elles. Donc si l'on désigne par GQ la Force, avec laquelle des Particules en repos se fuient l'une l'autre, im, c'est-à-dire, la différence entre les Distances voisines, exprimera la Force accéleratrice, qui est la Force requise pour que chaque Particule soit agitée suivant la Loi que suit un Corps faisant des Vibrations en Cycloide *. Ce qu'il falloit démontrer.

* 2385.

2387. La Force accéleratrice, qui agit sur les Particules d'Air, peut être comparée avec la Gravité, & la Vitesse d'une Onde, avec la Vitesse d'un Corps qui tombe, comme il a été dit dans l'Art. 2293.

Quand un Corps, qui fait ses Vibrations en Cycloide, parcourt cette Courbe entiére, il est pressé par tout son Poids dans les Points les plus éloignez du Point du milieu du Chemin à parcourir *: Ainsi, pour comparer avec la Gravité la Force, qui accélére le Mouvement d'une Particule, dans le Tems qu'elle va & revient par GO, il faut comparer, avec le Poids de la Particule, la Force qui agit sur elle en G ou en O, & qui la pousse vers C.

*412. 458.

Les deux Lignes Ii & im se confondent au Point G; c'est pourquoi supposant AD & EF égales, c'est-à-dire, supposant AD égale à la Distance qu'il y a entre les Centres des Particules en repos, & menant DC au Centre, Gg, égale à Ii, exprimera la Force, qui pousse la Particule en G vers C, pendant que GQ exprime la Force, avec laquelle les Particules en repos se repoussent *.

* 2386.

Supposons que l'Atmosphère, la quantité d'Air restant la même, est par-

par-tout au deſſus de l'endroit dans lequel l'Onde ſe meut, de même Denſité que dans l'endroit même, & ſoit, en ce cas, la Hauteur de l'Atmoſphère SV; ſoit Ss égale à AD, c'eſt-à-dire, à la Diſtance, qui ſépare les Centres de deux Particules voiſines; Ss eſt à SV, comme l'unité au nombre des Particules en SV; c'eſt-à-dire, Ss eſt à SV, comme le Poids d'une Particule, au Poids, par lequel les Particules S, s, ſont pouſſées l'une vers l'autre: Poids, qui eſt égal à la Force, avec laquelle l'Elaſticité écarte l'une de l'autre ces mêmes Particules *.

Le Poids d'une Particule, eſt à la Force en G, de laquelle nous venons de parler, en raiſon compoſée du Poids d'une Particule à la Force élaſtique de l'Air en repos, & de la Force élaſtique de cet Air à la Force en G; c'eſt-à-dire, en raiſon compoſée de Ss à SV, & de QG à Gg. Cette derniére raiſon eſt compoſée de la raiſon QG, ou AC, à GC, & de celle de GC à Gg, qui eſt la même que la raiſon de AC à AD, ou Ss. Donc la raiſon compoſée des raiſons de Ss à SV, & de QG à Gg, eſt auſſi compoſée des raiſons de Ss à SV, de AC à GC, & de AC à Ss; c'eſt-à-dire, de la raiſon de $Ss \times AC \times AC$, à $SV \times GC \times Ss$, ou de AC^q à $SV \times GC$; ainſi c'eſt en cette même raiſon que ſont entr'elles la Force de la Gravité & la Force qui imprime aux Particules un Mouvement Ondulatoire; & cette derniére Force, ſi elle agitoit un Pendule, dont la Longueur ſeroit CG, & que ſon Action fut ſubſtituée à celle de la Gravité, feroit faire à ce Pendule deux Vibrations, dans le Tems que l'Onde employe à parcourir ſa Largeur; car c'eſt en ce Tems que la Particule va & revient *.

Par conſequent ſi l'on a un autre Pendule mû par la Force de la Gravité, & dont la Longueur ſoit SV, le Quarré du Tems pendant lequel ce Pendule achévera deux Vibrations, eſt au Quarré du Tems, dans lequel l'Onde parcourt ſa Largeur, en raiſon compoſée de la raiſon directe de SV à GC, & de la raiſon inverſe de AC^q à $SV \times GC$ *, c'eſt-à-dire, de SV^q à AC^q. Cela étant, les Tems mêmes ſont comme SV à AC. Or le Tems, durant lequel un Pendule, dont la Longueur eſt SV, fait deux Vibrations, eſt égal au Tems, pendant lequel un Corps peut avec la Viteſſe, acquiſe en tombant de la moitié de la hauteur de SV, parcourir la Circonference d'un Cercle, dont SV ſeroit le raïon *; ce Tems étant à celui, dans lequel l'Onde parcourt ſa Largeur, c'eſt-à-dire, la Circonference d'un Cercle, dont le raïon ſeroit AC, comme SV à AC, qui eſt préciſément la raiſon qu'il y a entre les Circonferences: les Eſpaces parcourus ſont comme les Tems; ainſi les Viteſſes ſont égales *, & la Propoſition, énoncée dans l'Art. 2293, eſt véritable.

* 361.

* 2284.

* 453.

*376. 415. 470.

* 120.

SCHOLIE II.

De l'Intenſité du Son.

2388. NOus avons vû que l'Intenſité du Son eſt en raiſon compoſée de la raiſon du nombre des Particules, qui viennent frapper l'Oreille dans un certain Tems, & de la raiſon du Quarré de la Viteſſe, avec laquelle elles vien-
* 2347. nent frapper *. Il s'agit maintenant de déterminer ces raiſons.

Le nombre des Particules ſuit la raiſon de la Denſité de l'Air, auſſi bien qne celle de la Viteſſe de l'Onde; car plus la Viteſſe de l'Onde eſt grande, plus le même nombre de Particules agit promptement ſur l'Oreille, & plus auſſi eſt grand le nombre des Particules qui agiſſent dans le même Tems. Le nombre de ces Particules ſuit auſſi la raiſon de l'Eſpace qu'elles parcourent en allant & en revenant; car plus cet Eſpace eſt grand, plus le Tympan, eſt frappé par des Particules éloignées. Enfin le nombre en queſtion eſt en raiſon inverſe de la Largeur de l'Onde: les percuſſions cauſées par les Particules, étant d'autant moins frequentes, que les Ondes ont plus de Largeur.

Le Quarré de la Viteſſe, avec laquelle chaque Particule agit, ſuit la raiſon du Quarré de la Viteſſe de l'Onde; celle du Quarré de l'Eſpace parcouru en allant & en revenant; & enfin la raiſon inverſe du Quarré de la Largeur de l'Onde.

2389. *Quand la Viteſſe d'une Onde n'éprouve aucun changement, la raiſon inverſe de la Largeur de l'Onde eſt la raiſon directe du nombre des Ondes, qui viennent frapper l'Oreille dans un Tems déterminé*; en ſuppoſant que les Ondes, qui s'entreſuivent, ſont égales: ce qui a lieu par rapport aux Ondes, produites par l'agitation continuée d'une Fibre.

La raiſon compoſée de toutes celles que je viens d'indiquer, eſt compoſée de la raiſon de la Denſité, de la raiſon du Cube de la Viteſſe, de la raiſon du Cube de l'Eſpace parcouru en allant & en revenant, & de la raiſon inverſe du Cube de la Largeur de l'Onde.

En faiſant abſtraction de l'Accéleration mentionée dans l'Art. 2305. (laquelle ne change rien à la Viteſſe du Mouvement de chaque Particule: Viteſſe dont il eſt ſimplement queſtion ici) le Cube de la Viteſſe ſuivra la raiſon directe de la Racine quarrée du Cube de l'Elaſticité, & la raiſon inverſe
* 2298. de la Racine quarrée du Cube de la Denſité *.

Ainſi les deux premiéres raiſons, que nous avons marquées, ſe reduiſent à la raiſon de la Racine quarrée du Cube de l'Elaſticité, & à la raiſon inverſe ſous-doublée de la Denſité. Or l'Elaſticité eſt comme le Poids, qui com-
* 361. prime *, lequel eſt proportionel à la Hauteur du Mercure dans le Tube de Torricelli.

2390. Donc *l'Intenſité du Son eſt en général en raiſon directe de la Racine Quarrée du Cube de la Hauteur du Mercure dans le Tube de Torricelli, en raiſon directe du Cube de l'Eſpace parcouru en allant & en revenant, en raiſon directe du Cube du nombre des Ondes, qui viennent frapper l'Oreille dans un Tems déterminé, & en raiſon inverſe de la Racine quarrée de la Denſité.*

LIVRE IV.

Partie II. Du Feu.

CHAPITRE VIII.

Des Propriétez du Feu en général.

Ce que les Philoſophes ſçavent touchant le Feu ſe réduit à peu de choſe. La plupart de ſes Propriétez leur ſont inconnues. Mon deſſein n'étant pas d'avoir recours à des hypothèſes, je me propoſe uniquement de mettre dans le meilleur ordre, qu'il me ſera poſſible, quelques véritez générales, fondées ſur des Expériences. 2391.

La Nature même du Feu nous eſt inconnue; mais *quand on remarque en quelque endroit de la Chaleur ou de la Lumière*, on dit qu'il s'y trouve ce qu'on appelle du Feu. 2392. 2393.

Ainſi pour découvrir quelles ſont les Propriétez du Feu, il faut examiner les Corps, dans leſquels *on trouve* l'*une* ou l'autre *Marque certaine de la preſence du Feu*, c'eſt-à-dire de la Chaleur ou de la Lumière.

Car les deux marques en queſtion ne ſe rencontrent pas toujours enſemble. Nous n'appercevons aucune Lumière dans pluſieurs Corps chauds, pendant que d'autres Corps lumineux n'ont aucune Chaleur ſenſible. Nous examinerons dans la ſuite *, ſi l'une de ces choſes peut réellement ſubſiſter ſans l'autre. 2394. * 2418.

Nous verrons auſſi, qu'*on ne ſçauroit gueres douter qu'une même cauſe ne produiſe la Chaleur & la Lumière, quoiqu'on ne puiſſe pas le démontrer.* 2395.

Le Feu pénètre dans tous les Corps, de quelque Denſité ou de quelque dureté qu'ils puiſſent être; car la Chaleur pénètre juſques dans leurs parties les plus intimes. 2396.

Le Feu s'attache aux Corps, puiſqu'on le tranſporte avec eux dans le tems qu'il n'en affecte même que la Superficie. 2397.

2398. Nous verrons auſſi que *des Corps attirent le Feu à une certaine diſtance.*

2399. Outre cela, *nous ne connoiſſons aucun Corps, qui ne contienne du Feu.*

2400. Cependant *le Feu ne pénètre pas avec la même facilité dans tous les Corps*; ce qui vient de différentes cauſes, qui ne ſont pas toutes également connues: diverſes Expériences font voir, que le Feu pénètre plus difficilement, quand la Denſité augmente, ou que la Chaleur diminue.

2401. *Le Feu, contenu dans des Corps, y eſt retenu par les Corps, qui les environnent.*

2402. Ce que nous venons de dire marque, que *le Feu* ſe meut; mais il paroit évidemment, par des Corps que l'Action du Feu agite avec violence, qu'il *eſt ſuſceptible d'un mouvement très rapide.*

2403. *Les Corps*, dont la Chaleur augmente, croiſſent auſſi en Volume: ainſi ils *ſont dilatez par l'Action du Feu.* Quand cette Dilatation va à un certain point, *il arrive ſouvent que* quelques parties *des Corps* s'en détachent, & que ces parties, en ſe repouſſant les unes les autres, *forment un Fluide élaſtique.* Souvent même des Corps entiers ſont convertis en un pareil Fluide *par l'Action du Feu.*

2404.

2405. Que ſi le Mouvement, qui dilate les Corps, vient encore à augmenter, ſon Effet eſt différent; les parties des Corps fluides, qui n'en ſont pas encore ſéparées, ſont ſenſiblement agitées d'un mouvement violent, & les parties des Corps ſolides, même les moins ſubtiles, ſont ſéparées des parties voiſines.

2406. Ces différens Mouvemens, doivent néanmoins être ſouvent attribuez à l'Action de certaines Particules ſubtiles, miſes en mouvement par le Feu, & qui pénétrent dans les Pores des Corps.

2407. Car le Poids de certains Corps, augmenté par *l'Action du Feu*, prouve que cette Action *fait pénétrer, dans les Corps, des parties très ſubtiles, & différentes du Feu même*; puiſque

2408. *le Feu n'a aucun Poids ſenſible.*

CHA-

CHAPITRE IX.

Observations générales sur la Chaleur & sur la Lumière.

NOus avons remarqué que la Chaleur & la Lumière étoient des marques certaines de la presence du Feu *. Ainsi, avant que d'aller plus loin, il sera nécessaire de faire quelques Observations générales sur l'une & l'autre de ces marques. * 2393.

Il faut distinguer entre la Chaleur, qui réside dans le Corps chaud, & celle que nous sentons; la première est l'Action du Feu dans le Corps que nous disons être chaud; cette Action donne aux parties de ce Corps un certain Mouvement, qui se communique à quelques parties de nôtre Corps, & qui est lié avec la Perception de Chaleur que nous avons. 2409.

Par rapport à nous, la Chaleur n'est autre chose que cette *Perception*; & dans le Corps chaud il n'y a que le mouvement produit par l'Action du Feu. 2410.

La Lumière vient des Corps en Lignes droites, & les Corps, dont elle vient, s'appellent Lumineux. 2411.

Quand la Lumière entre dans nos yeux, elle agite les petites fibres, qui sont au fond de l'oeil, & dès que cette agitation a lieu, notre Ame a la perception de la Lumière: Perception, qui est Lumière par rapport à nous, au lieu que, relativement aux Corps lumineux, nous appellons Lumière ce qui parvient de ces Corps jusqu'à notre oeil. 2412.

Il faut appliquer ici à la Chaleur & à la Lumière ce qui a été observé ci-dessus * au sujet des Sensations en général. 2413. * 2310.

Il est facile, en interceptant la Lumière, par le moyen de quelque obstacle, de prouver que son Mouvement se fait en ligne droite. 2414.

Mais il semble que *ce même Mouvement n'est pas requis dans la Chaleur, & que le Feu, agité suivant différentes directions, excite une plus grande Chaleur*; car nous voyons que la Chaleur augmente, quand les parties des Corps sont mues en différens Sens. 2415.

On a tous les jours occasion de remarquer, que tous les 2416.

Corps chauds ne ſont pas lumineux; mais on ne peut pas en conclurre qu'il n'y ait point de Lumière. Car ſouvent la Lumière eſt diminuée au point, que nous ne l'appercevons plus, quoiqu'elle ſoit très ſenſible à d'autres; ce qui dépend de la conſtitution de l'oeil; d'où il ſuit, qu'il peut y avoir de la Lumière dans un endroit quoiqu'elle ne ſoit point apperçue; ſçavoir, quand elle émane en très petite quantité du Corps Lumineux.

2417. De même la Chaleur peut diminuer au point de ne nous être plus ſenſible: car le même Degré de Chaleur, que nous ne ſentons pas dans un tems, nous affecte ſenſiblement dans un autre; par conſéquent nous ne ſommes point en droit d'affirmer, que les Corps Lumineux n'ont point de Chaleur, parce que nous n'en ſentons pas.

2418. Ainſi *il faut mettre au rang des choſes incertaines ſi la Chaleur & la Lumière peuvent quelquefois ſubſiſter ſéparément l'une de l'autre.*

2419. Cependant on ne ſçauroit douter, qu'elles ne ſoient ordinairement jointes enſemble. Que ſi l'on demande, ſi la Chaleur & la Lumière ſont des Marques certaines de la preſence du Feu; c'eſt-à-dire, ſi ces deux Phénomènes doivent être rapportez à une ſeule & même cauſe, nous repondrons, que nous n'avons pas à cet égard toute la certitude, qui ſeroit à ſouhaiter. Voici néanmoins deux conſiderations, qui ſemblent nous autoriſer à prononcer en faveur de l'affirmative.

2420. Premiérement. *Pluſieurs Corps chauds, dès que la Chaleur augmente, deviennent lumineux*, & pour qu'ils ſoient lumineux, il ne faut autre choſe qu'une ſimple augmentation de Chaleur; d'un autre coté, dès que la Chaleur vient à diminuer, on n'apperçoit plus de Lumière. Le Fer ardent luit, & ceſſe de luire quand il eſt moins chaud. La Fumée, comme nous le verrons dans la ſuite, ſe change en Flamme par l'augmentation de la Chaleur.

2421. Secondement. *La Chaleur eſt jointe intimément avec la Lumière dans les raïons du Soleil.* Les Corps, qui refléchiſſent la Lumière en plus grande quantité, s'échauffent le plus lentement, au lieu que ceux, dans leſquels la Lumière pénètre en grande quantité, s'échauffent plus vite; & la Lumière, dans le tems qu'elle pénètre dans un Corps, ne lui com-

mu-

munique pas toujours avec la Chaleur une Lumière ſenſible; ce qui arrive néanmoins ſouvent.

Diverſes Pierres calcinées, après avoir été expoſées à la Lumière du Soleil, luiſent dans un lieu obſcur: Propriété, qui diminue par dégrez, & qui ceſſe à la fin; mais qui leur eſt rendue en les expoſant de nouveau à l'Action du Soleil; & cela à différentes repriſes. On a trouvé que d'autres Pierres, ſans aucune préparation, avoient la même Propriété, non ſeulement quand elles avoient été expoſées directement aux Raïons Solaires, mais auſſi, quand on les avoit tenues expoſées pendant quelque tems à la Lumière du Jour, dans un endroit, où le Soleil ne donnoit pas directement. La Lumière, communiquée à ces Pierres, eſt toujours accompagnée de quelque Chaleur, & dans les cas, où la Chaleur eſt foible, il ſe trouve que la Lumière eſt foible auſſi; cependant il y a d'autres occaſions où une Lumière très vive du Soleil communique de la Chaleur à des Corps, mais ſans aucune Lumière ſenſible. 2422.

Juſqu'ici *l'Art n'a pas pû découvrir la moindre Chaleur dans la Lumière de la Lune*, quoique cette Lumière vienne du Soleil; d'où cependant l'on auroit tort de conclurre, que la Chaleur & la Lumière peuvent ſubſiſter ſéparément: *la Lumière du Soleil, que la Lune nous renvoye*, étant extrêmement foible. 2423. 2424.

Quand on obſerve la Lune avec un Téleſcope, on voit que quelques parties de la Surface de cette Planète, ſont plus lumineuſes que les autres; or toutes ces parties, plus lumineuſes, ne forment enſemble qu'une petite portion de la Surface éclairée, & chacune d'elles ne refléchit pas toute la Lumière qu'elle reçoit; d'où il ſuit que la Lumière refléchie par les autres parties de la Surface de la Lune, doit être extrêmement diminuée. Si l'on ajoute à cela qu'une grande partie de cette Surface paroit obſcure, on ſera en droit d'en conclurre, que la Lune ne refléchit qu'une très petite portion de la Lumière qu'elle reçoit du Soleil. Cette Lumière, ainſi affoiblie, eſt diſperſée de coté & d'autre, & il n'en parvient à nous qu'environ la cinquante-millième partie. Cependant par la merveilleuſe conſtruction de notre oeil, nous ne laiſſons pas d'appercevoir cette Lumière; mais pour ce qui regarde la Cha-

Chaleur, il eſt bien certain, qu'étant ainſi affoiblie, elle *ne ſçauroit jamais produire aucun Effet ſenſible.*

CHAPITRE X.

De la Dilatation cauſée par la Chaleur.

* 2403. NOus avons vû que la Chaleur dilatoit les Corps *; or
2425. comme *la Dilatation* augmente & diminue avec la Chaleur, elle *fournit une marque de la preſence du Feu*, nou-
* 2393. velle & plus certaine que celles que nous avons indiquées *; car la Dilatation peut ſe meſurer, au lieu qu'il n'y a gueres moyen de comparer enſemble les différentes perceptions que nous avons de la Lumière ou de la Chaleur.

2426. Il eſt prouvé par des Expériences que la Chaleur dilate les Corps.

1. EXPERIENCE.

2427. TAB. LXXVII. Fig. 1. L'Ouverture de l'Anneau de Cuivre AB eſt d'un Pouce & demi de Diamètre; & le Diamètre de la Boule ſolide G, du même Métal, a auſſi un Pouce & demi de Diamètre, de manière qu'elle peut paſſer par l'ouverture, ſans qu'on apperçoive entre deux aucun Interſtice ſenſible. Dès que la Boule eſt échauffée, l'Anneau la ſoutient, dans quelque ſituation qu'on la place. Cette ſeule Expérience ſuffit pour prouver que la Dilatation ſe fait ſuivant toutes les Dimenſions.

2428. Les Thermomètres, qui ſont des Machines très connues, font voir tous les jours, que *la Chaleur dilate les Fluides de la même manière que les Corps ſolides.*

TAB. LXXVII. Fig. 2. AG & DC ſont deux de ces Thermomètres, compoſés d'une Boule G, ou, ce qui vaut mieux, d'un Cylindre C, auquel eſt attaché un Tuyau, comme AB ou DE; on les remplit d'Eſprit de Vin coloré, ou bien de quelque autre Fluide, qui ne perde point ſa Fluidité par le Froid.

2. EXPERIENCE.

2429. La moindre Chaleur, communiquée à la Boule, fait que le Fluide s'étend d'une manière ſenſible dans le Tuyau.

2430. Si l'on ſe ſert de Mercure, qui eſt le plus denſe de tous les Flui-

Fluides, la Dilatation ſe trouve plus réguliére; mais il faut que le Tuyau ſoit plus étroit, à cauſe que la Dilatation de ce Fluide eſt plus petite que celle d'un autre.

On applique ces Verres ainſi préparez à des Planches, ſur 2431.
leſquelles on a marqué à coté du Tuyau des Diviſions, qui indiquent les différens Degrez de Dilatation.

Il n'eſt cependant pas certain, que ces Thermomètres indi- 2432.
quent le véritable degré de Chaleur, quoiqu'ils marquent les plus petits changemens de Chaleur; c'eſt-à-dire, que l'on ne connoit pas aſſez la Relation qu'il y a entre le changement de Dilatation & celui de Chaleur, pour pouvoir déterminer les degrez de Chaleur par la comparaiſon des degrez de Dilatation.

Si l'on échauffe tout à coup la Boule G ou le Cylindre C, 2433.
le Fluide deſcend d'abord dans le Tuyau, mais remonte immédiatement après.

3. Experience.

Si l'on verſe de l'Eau bouillante dans le Vaiſſeau V, & qu'on 2434.
y plonge d'abord la Boule G d'un Thermomètre, l'on verra le Tab. LXXVII. Fig. 3.
Fluide deſcendre, dans le moment même, de *c* juſqu'en *d*, & remonter immédiatement après juſqu'en *e* & plus haut. Si l'on n'a pas ſoin alors de retirer au plus vite la Boule de l'Eau, l'Eſprit de Vin montera juſqu'au haut du Tuyau, & pourra même, en ſe dilatant davantage, faire ſauter le Verre.

Voici la cauſe de ce Phénoméne.

La Chaleur ſubite dilate les parties du Verre, avant que de 2435.
pénétrer dans le Fluide que le Verre contient; ainſi la Capacité du Verre étant augmentée, le Fluide deſcend; mais un inſtant après la Chaleur ſe communique au Fluide, qui monte par cela même.

La Dilatation des Corps prouve, que *les Particules, dont* 2436.
les Corps ſont compoſez, acquiérent par l'Action du Feu une Force repulſive, par laquelle elles tâchent de s'éloigner les unes des autres, & qui eſt contraire à la Force, par laquelle les Particules s'attirent * mutuellement.

Auſſi long-tems que cette derniére Force ſurpaſſe l'autre, les Particules reſtent attachées enſemble, plus ou moins ſuivant le différent degré de Chaleur. Quand la Force repulſive égale preſque la Force attractive, les Particules, étroitement

unies auparavant, tiennent à peine enſemble, cédent à la moindre Impreſſion, & ſe meuvent facilement entr'elles, ſi quelque cauſe étrangére ne l'empêche; en ce cas *la Chaleur change un Corps ſolide en un Corps fluide*; ce qui a lieu par rapport à tous les Corps, que la Chaleur fait fondre; mais ces Corps reviennent à leur premier état lorſque la Chaleur diminue.

2437.

2438. *On ne peut pas décider* une Queſtion, qui ſe preſente ici naturellement, ſçavoir, *ſi toute Fluidité provient de Chaleur?* à cauſe que nous ne connoiſſons aucun Corps, qui n'ait en ſoi plus ou moins de Feu; ce qu'il y a de certain, c'eſt que la Chaleur produit non ſeulement la Fluidité dans les Métaux, dans de la Cire, & dans d'autres Corps liquefiez; mais auſſi que pluſieurs Corps, qu'on met ordinairement au nombre des Fluides, ne tiennent leur Fluidité que de la Chaleur: ainſi

2439. *l'Eau eſt une Glace fondue*; car dès qu'on ôte à l'Eau une partie de ſa Chaleur, elle ſe prend d'abord & devient glace.

2440. La Chaleur peut être augmentée au point, que dans de certains Corps toute la Force attractive des Particules eſt ſurmontée par une Force repulſive. En ce cas les Particules ſe fuyent mutuellement, c'eſt-à-dire, acquiérent une Force élaſtique, ſemblable à celle qu'ont les Particules d'Air *, à l'égard deſquelles on obſerve auſſi que leur Elaſticité augmente par la Chaleur. Cet Effet eſt ſenſible dans la Fumée & dans les Vapeurs.

* 2096.

4. Expérience.

2441. Soit une Boule creuſe de cuivre E, d'environ quatre pouces de Diamétre, garnie d'un Manche M; on joint à la Boule le Tuyau T, dont l'ouverture n'eſt que d'un vingtième de Pouce. Si l'on échauffe la Boule, l'Air s'y dilatera *, & ſortira par le Tuyau; que ſi alors tout à coup on plonge la Boule dans de l'Eau froide, le Froid condenſera l'Air de nouveau, & l'Eau, dont la Superficie ſe trouvera preſſée par le Poids de l'Atmoſphère, entrera dans la Boule.

TAB. LXXVII. Fig. 4.

* 2428.

2442. Cette Boule, étant remplie ainſi en partie d'Eau, doit être miſe ſur le Feu. Au moment que l'Eau ſera convertie en Vapeur, cette Vapeur ſortira par l'ouverture T; ſi l'on augmente la Chaleur au point, que l'Eau bouille fortement, la Vapeur, comprimée dans la partie ſupérieure de la Boule, tâche par

par ſon Elaſticité de s'écarter de tous cotez, & ſort avec violence du Tuyau.

Cette Machine ſe nomme *Eolipile*. 2443.

L'Expérience ſuivante fait voir, d'une manière plus ſenſible encore, la Force Elaſtique de la Vapeur.

5. Experience.

On place ſur quatre petites Roües, comme il eſt repreſenté dans la Figure, la Boule E, qui eſt auſſi de quatre Pouces de Diamètre, mais qui eſt d'un Métal plus épais que celle de l'Expérience précédente. La Chape quarrée T, ouverte par devant en *a*, eſt attachée à la Boule. Cette Chape eſt diviſée par le milieu en deux parties, dont celle du fond communique avec la Cavité de la Boule. La Plaque qui ſépare la Chape en deux, eſt percée au milieu d'un trou, dont le Diamètre eſt d'un huitième de Pouce. On bouche ce trou avec une Cheville de cuivre C, qui traverſe deux ouvertures, comme L, pratiquées aux cotez de la Chape, & qui s'applique exactement à la Plaque qui forme la ſéparation; comme cette Cheville tient un peu de la Figure Conique, elle fermera exactement le trou, ſi on la fait entrer à coups de Marteaux. 2444. TAB. LXXVIII. Fig. 1.

On ôte la Boule de deſſus les petites Roües, & l'on ouvre le trou; la Boule étant échauffée, on y fait entrer de l'Eau comme dans l'Expérience précedente: enſuite on remêt la Boule ſur le Feu, juſqu'à ce que l'Eau bouille; après quoi l'on bouche le trou, & on laiſſe la Boule ſur le Feu pendant quelques Minutes, pour augmenter la Vapeur. Tout étant ainſi préparé, ſi l'on attache la Boule aux petites Roües, & qu'on ouvre le trou, il en ſortira une Vapeur violente, qui ira d'un coté, pendant que la Boule même ira du coté oppoſé. 2445.

La Vapeur, fortement preſſée, tâche de s'écarter de tous cotez, & cela également; ainſi les Preſſions oppoſées s'entre-détruiſent; mais dès que le trou eſt ouvert, la Vapeur, qui ſort, ne preſſe plus; par conſequent, la Preſſion étant ôtée d'un côté, il faut que la Preſſion contraire l'emporte, & que la Boule ſe meuve. 2446.

C'eſt par le même principe qu'on peut expliquer le Mouvement des fuſées. On fait un Cylindre de carton, qu'on remplit de Poudre; cette Poudre, étant allumée, ſe change 2447.

en un Fluide Elaſtique, dont les Parties tâchent de s'écarter de tous cotez; mais comme la Preſſion eſt moindre dans l'endroit où le Cylindre eſt ouvert, la Preſſion oppoſée prévaut, & le Cylindre eſt emporté.

2448. *On peut auſſi rapporter à l'Action du Feu*, qui ſépare les parties des Corps en les dilatant, la ſéparation de ces parties, qui conſtituent *les Fluides élaſtiques, que la Putréfaction, la Fermentation, & l'Effervescence font ſortir des Corps* *. Car cette ſéparation ne ſe fait jamais ſans une augmentation de Chaleur, même dans les Effervescences froides.

* 2119.

6. Experience.

2449. TAB. LXXVII. Fig. 5. Si avec douze parties d'Eau on mêle une partie d'Huile de Vitriol, ce mêlange acquiert une Chaleur, qui paſſe bientôt; on verſe alors cette liqueur dans le Verre V, qu'on poſe ſur la Plaque G de la Machine Pneumatique.

Il faut adapter à la même Plaque la Lame de cuivre A B, & affermir cette Lame à l'aide du Tuyau, par lequel paſſe l'Air qu'on tire *, & dont la Vis s'ajuſte dans le trou, qui eſt en B.

* 2152.

A cette Lame eſt attachée le Cylindre C, qui ſoutient une Plaque de cuivre L, dont un coté eſt garni de la Rainure *i*, qui forme une portion de Cercle, dont le centre eſt au milieu du trou *h*. Cette Rainure, qui eſt fermée par derriére, comme cela ſe voit en *q*, eſt remplie de Sel ammoniac pulveriſé.

On mêt dans le Verre V, le Thermomètre D. Ce Thermomètre eſt renfermé avec ſon Echelle de Papier, dans un Tuyau de Verre, comme on peut le voir diſtinctement dans la *Fig.* 3. de la *Planche LXXXI.* Nous employons, outre cela, un ſecond Thermomètre E, garni d'un Pied. On couvre le tout du Recipient R, fermé par le Couvercle O. A ce Couvercle tient la Boëte aux Cuirs P *, dont la Verge de Cuivre *st*, ou S T, paſſe par le trou *h*, qu'elle remplit exactement. Cette Verge eſt garnie de la Lame F, dont la partie *n*, quand on abaiſſe la Verge, atteint juſqu'au fond de la Rainure. On diſpoſe la Verge de façon, qu'en tournant le Manche M, la Lame F ſe meut ſans toucher le Sel, qu'il y a dans la Rainure; mais qu'en abaiſſant M, l'avance *n* ſépare autant de Sel que l'on veut, vers la partie an-

* 2153.

té-

térieure de la Rainure, d'avec ce qui reſte dans le fond.

Tout étant ainſi diſpoſé, ſi l'on tire l'Air du Recipient R, & qu'en tournant M, on faſſe tomber dans le Verre V le Sel, qui eſt vers le bout antérieur de la Rainure, il ſe fera d'abord une grande Effervescence, qui augmentera, ſi l'on ſépare encore une partie du Sel, qui eſt dans la Rainure, & qu'on la faſſe tomber dans le Verre. 2450.

Voici ce qui arrive pendant l'Effervescence; 1. le Mercure baiſſe dans le Thermomètre D; d'où il ſuit, que l'Effervescence eſt froide, quoique la plupart des Effervescences ſoient chaudes. 2. Le Mercure déſcend dans l'Indice Mercuriel de la Machine Pneumatique; ce qui prouve que cette opération produit un Fluide Elaſtique. 3. Enfin le Thermomètre E, dans lequel le Mercure monte, fait voir que la Séparation de parties, qui ſe fait, eſt accompagnée de Chaleur. 2451.

On doit faire ces Expériences dans le Vuide; parce que les Phénomènes y ſont plus ſenſibles.

CHAPITRE XI.

Du Feu renfermé dans les Corps, où l'on traitte de l'Electricité.

J'Ai déja dit qu'il y a du Feu dans tous les Corps que nous connoiſſons *. Car nous en trouvons par-tout, & il n'y a point de Corps ſolides, dans le voiſinage de la Terre, que le Frottement n'échauffe: mais nous prouverons plus clairement encore dans le Chapitre ſuivant, que dans le voiſinage de la Terre il y a du Feu par-tout, en démontrant, qu'un Corps, qui a plus de Chaleur, en communique à un autre voiſin, qui en a moins; d'où il ſuit, que s'il y avoit un Corps ſans Feu, & par cela même ſans Chaleur, ce Corps recevroit d'abord de la Chaleur des Corps voiſins. 2452. * 2399.

Il y a pluſieurs Phénomènes remarquables, qui doivent être attribuez au Feu contenu dans les Corps: nous rapporterons ici quelques uns de ces Phénomènes, parmi leſquels il y

en a qui ont beaucoup d'analogie avec l'Electricité ; ce qui m'engage à parler de cette derniére.

Definition.

2453. *L'Electricité eſt cette propriété qu'ont pluſieurs Corps, échauffez par le Frottement, d'attirer & de repouſſer des Corps fort légers, à une Diſtance ſenſible.*

2454. On a cru ci-devant, que cette Propriété ne convenoit qu'à un petit nombre de Corps: mais à preſent on ſçait qu'elle ſe trouve dans preſque tous les Corps, quoique en différens degrez, & avec diverſes circonſtances. Les Découvertes, qu'on a faites nouvellement ſur ce ſujet, tant en Angleterre qu'en France, tiennent du merveilleux. Mais comme le détail, où cette matière pourroit nous engager, nous écarteroit de notre but, nous nous contenterons de rapporter un petit nombre d'Expériences faites en Angleterre depuis plus de trente ans, afin de faire voir la liaiſon qui ſe trouve entre la cauſe de l'Electricité & le Feu, ſi tant eſt que ce ne ſoit pas une ſeule & même choſe. Les Expériences faites en dernier lieu, confirment ce qui eſt dit dans ce Chapitre.

1. Experience.

2455. Si l'on frotte avec un Linge, ou avec la Main pourvû qu'elle ſoit bien ſéche, un Tube de Verre, de quinze à dix-huit Pouces de longueur & environ d'un Pouce de Diamètre, on verra une Lumière, qui ſuivra la Main, & qui ne ſera pas dans le Tube même, mais à une petite diſtance du Tube, ſur le Corps employé à frotter le Verre.

2456. Dès que le Frottement ceſſe on n'apperçoit plus cette Lumière; mais ſi l'on fait paſſer un Corps le long du Tube, à une petite diſtance, par Exemple d'un quart de Pouce, on entendra un petit bruit, & l'on verra ſur la Surface du Corps quelques Etincelles, qui petilleront du Verre. Si l'on fait repaſſer une ſeconde fois le même Corps le long du Tube, on n'appercevra rien de pareil, à moins qu'il n'y ait eu un nouveau Frottement.

2. Experience.

2457. TAB. LXXVIII. Fig. 2. Le Frottement communique une grande Electricité à ce même Tube; car ſi on l'approche de quelques Corps légers, tels que ſont des Particules d'Or en Feuille, ou de noir de fu-

fumée étalées sur du Papier, il attirera & repoussera ces Corps & les agitera en divers sens.

Si l'on fait passer un Corps le long du Tube à une petite distance, on entendra un petit bruit, comme dans l'Expérience précedente, & l'Electricité cessera: pour la rétablir, il faudra repeter le Frottement. 2458.

Machine

Pour faire tourner des Globes de Cristal avec une très grande Viteſſe.

Les Expériences suivantes demandent qu'on puisse faire tourner des Globes de Cristal avec beaucoup de Viteſſe. Un de ces Globes se voit en G: il est terminé en Cylindre en deux endroits opposez, dont l'un est ouvert; & les deux avances sont garnies des Cylindres de cuivre *a* & *b*. L'endroit ouvert se ferme avec un Couvercle où tient le Robinet *e*. Au Cylindre de cuivre *a* est jointe la petite Roüe *r* d'environ deux Pouces de Diamètre, du centre de laquelle sort un petit Aissieu de cuivre; un autre Aissieu semblable, se trouve du coté opposé, & est attaché au Robinet *e* par le moyen d'une vis, afin de pouvoir l'ôter quand il le faut. Ces deux Aissieux pénétrent dans les supports de Fer S, T, percez en *c*, *c*, pour les recevoir; ainsi le Globe est soutenu, & peut tourner librement sur son centre. 2459. TAB. LXXIX. Fig. 1.

Ces Supports S, T, sont affermis dans une forte Table de bois, qui doit avoir au moins un Pouce & demi d'épaisseur, & qui est soutenue par les trois Montans E, F, I. C'est entre E & F qu'est suspendue la Roüe R, qu'on fait tourner à l'aide de la Manivelle M. On mêt les deux Traverses en Sautoir H, entre les Montans F & I, qui servent à mieux affermir toute la Machine. 2460.

Le Support S peut être affermi en trois endroits comme *i*, *i*, *i*; Sa Queüe traverse la Table, & se termine en Vis, pour recevoir au dessous de la Table, un Ecrou, qu'on serre avec une Clé, & afin que la chose puisse se faire plus commodément, le Montant E a des entailles en *l*, *l*, *l*. Il faut remarquer qu'on mêt une Platine de Fer entre l'Ecrou & la Table, pour que le bois n'en soit point endommagé. On affermit de la même manière l'autre Support T, qui est mobile dans une fente; afin qu'il puisse avancer ou reculer, quand 2461.

il

il eſt queſtion d'appliquer le Globe à la Machine, ou de l'en ôter. La longueur de la fente eſt de quatre ou cinq Pouces, à cauſe que les Globes, que nous employons dans les Expériences, ne ſont pas tous égaux. Il faut qu'il y ait trois fentes pareilles, pour répondre aux trois trous *i*, *i*, *i*.

On fait tourner le Globe G avec une grande Viteſſe, par le moyen de la Roüe R, la même Corde, qui entoure cette Roüe, entourant auſſi la petite Roüe *r*.

2462. Il y au bord de la Table D en *n* une Fente, où tourne la Poulie *t*, qui eſt repreſentée à part en N. Cette Poulie tient à la Vis *d*, par le moyen de laquelle elle ſe meut dans la Fente, ce qui ſert à tendre la Corde, qui paſſe par deſſus les Roües R, *r*. Cette même Corde fait auſſi le tour d'une Poulie fixe *q*, au deſſous de la Table, & qu'on peut voir en M.

3. Experience.

2463. TAB. LXXIX. Fig. 2. On ajuſte à la Machine, que nous venons de décrire, un Globe de Criſtal d'environ huit à neuf Pouces de Diamètre; enſuite on fait tourner ce Globe dans un lieu obſcur, avec une grande Viteſſe, pendant qu'on tient la main appliquée contre le Globe pour produire du Frottement

Si le Globe eſt vuide d'Air, il devient tout lumineux en dedans, & la Lumière eſt plus vive dans les endroits où la Main touche le Criſtal.

4. Experience.

2464. Si l'on répéte la même Expérience en laiſſant de l'Air dans le Globe, on n'apperçoit aucune Lumière au dedans du Globe, ni ſur ſa Superficie extérieure; mais des Corps, placez à la diſtance d'un quart de Pouce de cette Superficie, ou plus près, deviennent lumineux. Par Exemple, en tenant la main appliquée au Globe, on n'appercevra de la Lumiére qu'aux parties de la Main voiſines de celles qui touchent immédiatement le Criſtal, comme il a été dit en parlant du Tube *. * 2455.

5. Experience.

2465. TAB. LXXIX. Fig. 3. * 2460. 2461. Il faut pour cette Expérience quatre Supports de fer, tels que ceux dont j'ai fait mention *; on affermit deux de ces Supports dans les trous *i*, *i*, les plus éloignez l'un de l'autre; & les deux autres dans les fentes correſpondantes. On ajuſte à ces Supports les deux Globes de Criſtal G & H, qu'on fait tour-

tourner à l'aide d'une ſeule Corde, mais plus longue que celle, qui a été employée dans les Expériences précedentes. Le Globe H contient de l'Air, mais il n'y en a point dans le Globe G; la diſtance entre les Globes, dans l'endroit où elle eſt la plus petite, eſt d'un quart de Pouce. Si l'on fait tourner les Globes dans un lieu obſcur, & qu'on applique la main au Globe H, enſorte qu'il y aît du Frottement, l'autre Globe G deviendra lumineux, & la Lumiére ſera telle que nous la repreſentons ici. Si le mouvement du dernier Globe ſe fait dans un Sens contraire, la Figure de la Lumiére eſt renverſée; mais cette Figure reſte, ſoit que les deux Globes ſe meuvent en même Sens, ou en Sens contraire.

Si l'on ceſſe le Frottement, en continuant de faire tourner les Globes, il arrive ſouvent que la Lumiére dure encore quelques Minutes, avant que de s'évanouir.

6. Experience.

Je me ſers ici du même Globe que dans les Expériences 3 & 4, & ajuſté de même à la Machine. Il faut entourer le Globe, à la diſtance d'environ quatre Pouces, d'un Fil de Leton *m p o*, dont la partie ſupérieure eſt recourbée, & dont les bouts entrent dans la Table. On attache à ce Fil des Fils de Lin, dont les bouts ne ſont éloignez que d'un quart de Pouce du Criſtal, quand on les tend vers le Centre du Globe. 2466. TAB. LXXIX. Fig. 1.

Si l'on fait tourner le Globe, & qu'on y applique la Main, l'agitation de l'Air donnera d'abord un Mouvement irrégulier aux Fils; mais dès que le Frottement aura échauffé le Criſtal, tous ces Fils tendront vers le centre du Globe, comme on peut le voir dans la Figure. Si l'on appliquoit la Main au Globe tant ſoit peu de coté, les Fils ſeroient dirigez obliquement vers un autre point dans l'axe du Globe.

7. Experience.

Cet Effet n'a point lieu, ſi le Globe eſt vuide d'Air. 2467.

8. Experience.

Je me ſers dans cette Expérience d'un Globe, qui aît une ouverture aſſez grande, pour qu'on puiſſe y introduire une Plaque circulaire de bois *o*, à laquelle tient la Verge de cuivre *q*. Cette Verge eſt jointe à Vis au Couvercle, qui bouche l'ouverture *h*, deſorte que la Plaque répond au milieu du 2468. TAB. LXXIX. Fig. 4.

Globe. Le centre de ce Couvercle eſt garni du Robinet *e*. On attache à la Circonference de la Plaque O des Fils de Lin déliez, & aſſez longs pour qu'étant étendus ils puiſſent preſque atteindre à la Superficie interne du Globe.

* 2459. Le Globe étant ajuſté à la Machine *, on fait la même manœuvre que dans les Expériences précedentes: ſi, quand le Criſtal eſt échauffé par le Frottement, l'on ceſſe de tourner, & qu'on ôte la Main, les Fils ſe dreſſent d'abord, & ſont dirigez comme des rayons, qui partent du centre, vers la Superficie du Globe; cependant ces Fils reſtent à peine un inſtant en repos, &, quoique le Globe ſoit exactement fermé par tout, ils ſont agitez par le Mouvement de l'Air extérieur; comme on peut s'en convaincre, en ſoufflant vers le Globe, quand même on en ſeroit éloigné de deux Pieds & plus. Si l'on approche un Doigt du Globe, ſans pourtant le toucher, les Fils voiſins ſont attirez par le Doigt & ſe dirigent vers lui: quelquefois auſſi ils le fuient. Lorſqu'on applique la Main au Globe, les Fils ſont agitez violemment & d'une façon irrégulière.

9. Experience.

2469. Si l'on tire l'Air du Globe, & qu'enſuite on faſſe l'Expérience précedente, le même Effet n'aura point lieu, & la ſituation des Fils, tant avant qu'après le Frottement, dépendra uniquement de leur Gravité. Que ſi l'Air n'en eſt tiré qu'en partie, l'érection des Fils & leur agitation ne laiſſeront pas d'avoir lieu.

2470. En faiſant attention à toutes les Expériences, que je viens de décrire, il ſemble qu'on en peut déduire les concluſions ſuivantes, que nous ne donnons pas pour certaines, mais comme très probables: la diſtinction entre le certain & le probable devant toujours ſoigneuſement être obſervée.

2471. *Le Criſtal contient en ſoi, & a, tout autour de ſa Surface, une Atmoſphère, que le Frottement mêt en action, & à laquelle il imprime un mouvement * de Vibration*; car il attire & repouſſe des Corps légers *. Les Particules du Criſtal ſont agitées par le Frottement, & comme elles ſont élaſtiques, leur Mouvement eſt un Mouvement de Vibration, qu'elles communiquent à l'Atmoſphère en queſtion; d'où il ſuit que cette Atmoſphère déploye ſon Action à une plus gran-

* 2457. 2466. 2468. * 2457.

grande distance, à proportion que les parties du Cristal sont plus agitées par le Frottement.

L'Action de cette Atmosphère produit encore d'autres Effets; car c'est au seul Frottement, causé par cette Action, qu'il faut attribuer la Lumière, que la cinquième Expérience * a fait voir dans le Globe vuide d'Air, quoiqu'il n'y eut aucun Frottement visible. * 2465.

L'Action de cette Atmosphère chasse le Feu contenu dans le Cristal, du moins ce Feu se meut avec l'Atmosphère; car dans le tems que des Corps legers sont agitez, à quelque distance du Globe, d'autres Corps, aussi placez à quelque distance de ce Globe, deviennent lumineux *. 2472. * 2455.

Il paroit manifestement que *l'Atmosphère & le Feu ont plus de facilité à se mouvoir dans le Vuide:* car si l'on tire l'Air du Globe, on n'appercevra en dehors ni Lumière, ni Action déployée par l'Electricité *; mais la partie interne du Globe paroitra extrêmement lumineuse, & la quantité de Feu est plus sensible dans cette Expérience que dans la quatrième *. 2457. 2466. 2464. 2473. * 2463. 2467. * 2464.

Le Globe étant vuide d'Air, l'Action de l'Electricité cesse aussi en dedans *, ce qui paroit contraire à ce qui a été dit touchant le plus de facilité qu'a l'Atmosphère à se mouvoir dans le Vuide. Cependant il n'y a pas la moindre apparence, que l'Atmosphère en question n'ait aucun Mouvement dans le cas dont il s'agit. Il semble, au contraire, qu'elle doit suivre le même chemin que le Feu, & être dirigée vers le coté où elle trouve le moins de Resistance; & que si l'Action de l'Electricité cesse, cela doit être attribué à l'absence de l'Air, à l'aide duquel *l'Atmosphère agite les Fils*; précisément comme le Feu, qui pénétre toutes sortes de Corps, agit fortement sur eux, *par le moyen* de la Vapeur * ou *de l'Air*, (car la Poudre à Canon ne produit aucune explosion, quand on y mêt le Feu dans un endroit vuide d'Air.) Mais sans nous arrêter à des Conjectures, quoique fondées sur plusieurs Expériences, revenons à la matière du Feu; & commençons par la description d'une Machine propre à faire dans le Vuide diverses Expériences, qui doivent être accompagnées de Frottement. 2474. * 2469. 2475. * 2442. 2446.

MACHINE,
Pour faire tourner des Corps avec Viteſſe dans le Vuide.

2476. TAB. LXXX. TAB. LXXXI. Fig. 1. * 2143. * 2152. * 2154. Il faut affermir ſur la Plaque G * de la Machine Pneumatique, la Croix de cuivre A D B, ce qui ſe fait en paſſant par le trou *v*, la Vis, à l'aide de laquelle le Tuyau, par où l'Air ſort *, eſt attaché à la Plaque. Cette Croix eſt diſpoſée deſorte que le trou *l* répond au trou, qui eſt au milieu de la Plaque G *; & il y a en deſſous de la croix un Cylindre fort court, qui pénétre dans le trou de cette Plaque.

2477. * 2155. A ce trou eſt appliquée, en deſſous, la Boëte aux cuirs *p*, dont le Couvercle eſt *d**, & qui tient elle même à une Lame de cuivre *n n*, garnie de deux petits Soutiens *o*, *o*, de même Métal.

2478. Le tout étant joint enſemble de cette façon, on fait paſſer par le trou *l* & par la Boëte l'Aiſſieu *g a b*. La partie *a b* de cet Aiſſieu a plus d'épaiſſeur que le reſte, & eſt tournée en Vis; la partie *f*, qui eſt cylindrique, eſt entourée de Cuirs, qui empêchent l'Air de paſſer dans le tems que l'Aiſſieu tourne.

2479. On joint à ce même Aiſſieu en *g*, où il eſt quarré, la petite Roüe *r*, qu'on affermit avec la Vis *h*. Cette Roüe a douze cotez, qui ſont tant ſoit peu échancrez, pour donner plus de ſaillie aux Angles, qui doivent être émouſſez. On la mêt entre deux Plaques circulaires minces, qui débordent tout autour pour retenir la Corde, dont il ſera parlé dans la ſuite.

La Lame *i i* s'applique aux Soutiens *o*, *o*, & eſt retenue par les Ecrous *y*, *y*. Cette Lame ſoutient l'Aiſſieu, dont le bout *z* pénétre dans la Cavité *k*.

La Croix A D B ſoutient les deux Montans C, C, ſur leſquels la Lame H, H, eſt affermie par les Ecrous *m*, *m*. Au milieu de cette Lame il y a une Chape dans laquelle pénétre le bout *q* de l'Aiſſieu en queſtion.

2480. Les Plaques T, T, garnies des Lames Elaſtiques E F, E F, s'appliquent à la Branche A B de la Croix. Pour affermir ces Plaques T, T, on ſe ſert des Vis *e*, *e*, *e*, *e*, qui entrent dans les trous *x*, *x*, *x*, *x*, après avoir paſſé par les fentes pratiquées dans les Plaques; par ce moyen ces Plaques

ques peuvent être affermies à differentes distances de l'Aissieu.

Toutes les Pieces, dont il a été fait mention jusqu'ici, sont de cuivre, & suffisent pour faire des Expériences, qui demandent que l'Aissieu tourne avec assez de Viteſſe, & même où le Frottement est assez considerable. L'Aissieu traverse alors le Corps, qui doit tourner, & l'on attache les Corps, contre lesquels ce premier Corps doit frotter, aux Lames EF, EF, de la manière, qui sera indiquée dans les Expériences particulières. 2481.

Le tout étant couvert du Recipient R*, on en tire l'Air: ensuite on passe autour de la petite Roüe *r* une Corde, à chacun des bouts de laquelle il y a une poignée de bois, qu'on tient à la Main. 2482. * 2157.

Si l'on tend la Corde, & qu'on en tire alternativement les bouts, l'Aissieu tournera, tantôt d'un coté, & tantôt de l'autre.

PIECES

à ajouter à la Machine, quand le Frottement doit être plus violent, ou le Mouvement continué plus long-tems.

Il faut dans ces sortes de cas appliquer une Roüe à la Machine.

On affermit à Vis, aux cotez de la Caisse de la Machine Pneumatique, des Pieces de bois larges de trois pouces, & dont l'épaisseur se voit en K & K. A ces Pieces sont attachées les Traverses L, L, qui retiennent la Planche *II.* dont le milieu est garni d'un petit Tuyau de cuivre, que traverse l'Aissieu de la Roüe Q; l'autre bout de ce même Aissieu pénétre dans un Tuyau tout pareil, joint à un Solide de bois, qui repose sur le fond de la Caisse, & qui est affermi à Vis. 2483.

Les petits Solides N, N, sont attachez aux Pieces de bois K, K, & traversez par les Queües de Fer des Poulies de bois *t*, *t*; ces Queües sont en partie quarrées, & en partie tournées en Vis. Une même Corde fait le tour des Roües Q & *r*, & passe par dessus les Poulies *t*, *t*, entre lesquelles elle est horizontale; cependant une des Poulies est tant soit peu plus élevée que l'autre. Quand on veut bander la Corde, on tourne les Ecrous *c*, *c*. 2484.

2485. En tournant la Roüe, l'Aiſſieu tourne avec une grande Viteſſe, malgré le grand Frottement qu'il y a entre le Corps attaché à l'Aiſſieu & les autres Corps, attachez aux Lames EF, EF. Au reſte, il faut avoir ſoin que la Corde ſoit bien tendue.

10. EXPERIENCE.

2486. TAB. LXXX. * 2478. On prend un Globe de Criſtal, de trois pouces ou de deux pouces & demi de Diamètre, & ouvert en deux endroits oppoſez; les deux ouvertures peuvent auſſi être terminées en Cylindre. Pour faire tourner le Globe, on paſſe l'Aiſſieu *ab** par ces ouvertures, dont on couvre chaque bord d'un Morceau de Liege *s*, *s*, qu'on affermit par le moyen des Ecrous O, O. L'Ecrou d'en bas eſt affermi par la petite Vis a, qui pénétre dans le trou b; c'eſt en tournant l'Ecrou ſupérieur qu'on aſſujettit le Globe.

TAB. LXXXI. Fig. 1.

On joint les Solides de bois S, S, aux Lames EF, EF, & on les entoure de Drap ou de Papier; ces Solides doivent être bien appliquez au Globe, & affermis avec les Vis *e*, *e*, *e*, *e*.

Tout le reſte étant diſpoſé, comme il a été dit dans la deſcription de la Machine, on tire l'Air du Recipient R *. * 2482.

Le Globe, bien affermi, tourne rapidement dans le vuide, avec l'Aiſſieu, par le Mouvement de la Roüe Q, & éprouve du Frottement *. * 2485.

2487. Si cette Expérience ſe fait dans quelque lieu obſcur, le Globe paroitra lumineux: en continuant le Mouvement juſqu'à ce que le Globe s'échauffe par le Frottement, la Lumière s'augmente; mais elle ſe fixe aux endroits, où il y a du Frottement.

2488. Cette Expérience prouve, que *le Feu, renfermé dans le Verre, n'a pas beſoin d'Air pour paroitre*; puiſque le Criſtal s'échauffe & devient lumineux, en tirant l'Air, qui l'environne par dehors & par dedans. On peut eſſayer de ſemblables Expériences ſur d'autres Corps.

11. EXPERIENCE.

2489. Le Mercure contient du Feu. Car ſi on ſecoue dans une Phiole du Mercure bien purifié, il paroitra lumineux.

12. EXPERIENCE.

2490. Cette Lumière eſt plus ſenſible dans le vuide.

On ſe procure un Spectacle agréable, ſi l'on mêt un peu de Mer-

Mercure dans un Globe de Criſtal, & qu'on faſſe tourner ce Globe * lentement. * 2459.

On tire l'Air du Globe, où eſt le Mercure, en joignant au Globe un Tube long d'environ deux Pieds, & en ajuſtant l'autre bout de ce Tube, par deſſous la Plaque de la Machine Pneumatique, au trou, qui eſt au milieu de cette Plaque *. Si l'on couvre alors, d'un Recipient, ce trou & celui par lequel on tire l'Air, on pourra facilement vuider le Globe d'Air. 2491. * 2154.

13. Experience.

On verſe dans la Phiole de Criſtal A un peu de Mercure bien purifié. On en tire l'Air & on la bouche exactement avec un Bouchon de Criſtal. En ſecouant cette Phiole dans un lieu obſcur, le Mercure devient lumineux. 2492. Tab. LXXXI. Fig. 2.

Pour tirer l'Air de la Phiole on la mêt ſur la Plaque de la Machine Pneumatique; on couvre cette Phiole d'un Recipient, ouvert par en haut, qu'on ferme avec le Couvercle garni de la Boëte aux cuirs *. A la Verge de Cuivre, qui paſſe par cette Boëte, tient une Chape, qu'on remplit de Cire molle, dans laquelle on enfonce la partie ſupérieure du Bouchon. Le Bouchon eſt retenu par la Cire, & l'on fait enſorte qu'il réponde à l'Ouverture de la Phiole. 2493. * 2155.

Après avoir tiré l'Air du Recipient, on pouſſe en bas la Verge de cuivre, & l'on bouche la Phiole, qui eſt vuide d'Air; & l'Air, qu'on laiſſe rentrer alors dans le Recipient, contribue par ſa Preſſion, à affermir encore davantage le Bouchon.

14. Experience.

Par le moyen du Tuyau E E, garni d'une Vis, on joint la Plaque de cuivre O, avec le trou, qui eſt dans la Plaque de la Machine Pneumatique *, enſorte qu'on puiſſe tirer l'Air du Recipient R, poſé ſur la Plaque O. Le Tuyau, par lequel on tire l'Air, s'éléve dans le Recipient à la hauteur de quatre ou cinq pouces; le bout en eſt recourbé, & eſt percé d'un petit trou: il faut prendre toutes ces précautions pour empêcher qu'il n'entre aucun Mercure dans la Machine Pneumatique. Au milieu de la Plaque O ſe joint le Tuyau de cuivre B, qui renferme un petit Tube de Verre; le bout inférieur du Tuyau de cuivre eſt fermé, & touche preſque au fond du Verre V, 2494. Tab. LXXIX. Fig. 5. * 2152.

qui

qui contient du Mercure purifié; au coté de ce Tuyau il y a un trou que la Clavette A bouche exactement; à la partie supérieure du Tuyau B s'éleve dans le Recipient R, le Tube de Verre *b*, dont l'ouverture eſt fort petite.

Le Recipient R peut avoir environ ſeize Pouces de Hauteur, & quatre Pouces de Diamètre; ſi on en tire l'Air, & qu'on débouche le trou lateral du Tuyau B, la Preſſion de l'Air extérieur pouſſera avec Force le Mercure dans ce Tuyau, & le fera jaillir avec impétuoſité par le Tube de Verre, contre le haut du Recipient R.

Si l'on fait cette Expérience dans un lieu obſcur, le Mercure paroitra lumineux.

2495. Voici comment je m'y prends pour bien purifier du Mercure, où il n'y a aucun mélange d'autre Métal. Je mêts mon Mercure ſur le Feu avec de l'Eau de Savon, dans un Vaiſſeau ouvert; pendant que l'Eau bout bien fort, on remue le Mercure avec des Verges, enſuite on le nettoye de la graiſſe du Savon, par des lotions réiterées d'Eau bouillante; enfin on le fait paſſer une ou deux fois, par un Entonnoir de Papier, dont le trou doit être très petit: cette derniére façon ſéche le Mercure, & achéve de le nettoyer.

2496. Pluſieurs Corps durs deviennent lumineux par le Frottement.

15. EXPERIENCE.

2497. Deux Morceaux de Criſtal de roche, frottez l'un contre l'autre, deviennent d'abord lumineux; & la Lumière eſt la plus vive dans les endroits où ils ſe touchent.

16. EXPERIENCE.

2498. Il y a une Préparation Chymique très connue ſous le nom de *Phoſphore d'Urine*, qu'on conſerve dans de l'Eau; ſi l'on donne à cette Préparation la figure d'un crayon, & qu'on trace avec ce crayon quelques Caractères ſur du Papier, ces Caractères paroitront de Feu dans un lieu obſcur. Ce Phoſphore, dès qu'on le tire de l'Eau, s'échauffe & commence à fumer: marques certaines, qu'il contient beaucoup de Feu.

2499. Dans cette Expérience *l'Eau agit ſenſiblement ſur le Feu contenu dans le Phoſphore*; puiſqu'*elle l'y retient*, deſorte qu'il ne ſçauroit en ſortir auſſi long-tems que le Phoſphore eſt entouré d'Eau; mais dès qu'il eſt hors de l'Eau, la Cha-

Chaleur & la Fumée marquent d'abord que le Feu ſort du Phoſphore.

CHAPITRE XII.

Du Mouvement moderé du Feu: où l'on traitte de la Communication de la Chaleur.

ON obſerve dans le Feu trois ſortes de Mouvemens. 2500.

Le premier eſt celui par lequel la Chaleur eſt communiquée, & qui dilate les Corps, ſans en ſéparer ni en déranger les parties. C'eſt de ce Mouvement que nous parlerons dans ce Chapitre. 2501.

Le ſecond, qui ne différe du premier qu'en degré, ſépare les parties des Corps, & les agite les unes à l'égard des autres. J'examinerai ce Mouvement dans le Chapitre ſuivant. 2502.

Enfin le troiſième, qui ſe fait en Ligne droite, & qui eſt celui de la Lumière, ſera conſideré dans le Livre cinquième. 2503.

Quand un Corps chaud eſt appliqué à un autre Corps moins chaud, le premier de ces Corps communique de la Chaleur au ſecond, & en perd lui même. 2504.

D'où nous inférons, que *le Feu ſe meut* juſqu'à ce qu'il y aît Equilibre entre les Actions des Corps voiſins; c'eſt-à-dire, *juſqu'à ce que les degrez de Chaleur ſoient égaux.* 2505.

Il ſuit de cet Equilibre, que, *quelque difference qu'il y aît entre des Corps voiſins, l'Action de ces Corps ſur des Thermomètres eſt la même.* 2506.

I. Experience.

Si l'on ſuſpend un Thermomètre en l'Air au deſſus de la Superficie d'un Fluide quelconque, ce Thermomètre marquera le même degré de Chaleur qu'un autre Thermomètre plongé dans le Fluide, ſoit qu'il s'agiſſe d'Eau, d'Huile, d'Eſprit de Vin, ou d'un autre Fluide quelconque. 2507.

Il faut du Tems pour que cet Equilibre, entre les Actions du Feu, contenu dans divers Corps, puiſſe avoir lieu. 2508.

Nous concluons outre cela de l'Equilibre en queſtion, que *la* 2509.

Chaleur eſt répandue uniformément dans toute la Maſſe d'un Corps quelconque.

2510. Nous voyons de plus, pourquoi des Corps, ſéparez l'un de l'autre, & entourez d'Air, ou de quelque autre Fluide, auquel la Chaleur eſt communiquée uniformément, acquiérent des degrez égaux de Chaleur.

2. EXPERIENCE.

2511. TAB. LXXXI. Fig. 4. * 2449. J'employe les deux Blocs cylindriques A & B, dont le premier eſt de marbre & le ſecond de bois. Ces Blocs ſont creuſez au milieu de ſorte qu'on peut ajuſter dans les Cavitez les petits Thermomètres *c*, *d* *, dont un eſt repreſenté dans la *Fig.* 3.

Quand on a introduit chaque Thermomètre dans ſa Cavité on la bouche; celle du Bloc A avec un Bouchon de marbre *a*; & l'autre avec un Bouchon de bois *b*; on mêt de la cire autour pour ôter toute communication avec l'Air extérieur.

* 2449. Il faut outre cela un troiſième Thermomètre EF *, qu'on place entre les Blocs.

2512. Dès que la Chaleur de l'Air, qui environne les Corps, éprouve quelque changement, ce changement eſt marqué par le Thermomètre EF. Si cette temperature de l'Air reſte pendant quelque tems la même, le Thermomètre *d* indiquera le même degré de Chaleur; ce qui aura lieu auſſi à l'égard du Thermomètre *c*, ſi la même temperature continue encore plus long-tems. Durant pluſieurs Mois j'ai conſtamment obſervé ces changemens ſucceſſifs, & enfin l'égalité dans les trois Thermomètres.

2513. Ce qu'on vient de dire peut auſſi ſervir à expliquer comment il arrive que l'Eau bouillante, & la Vapeur, qui en ſort, renfermées dans le même Vaſe, ayent le même degré de Chaleur: & comment il ſe peut que la Chaleur n'augmente point, quoique la Vapeur s'accumule; ni ne diminue pas, quoique le Feu & la Vapeur chaude ſortent en grande quantité du Vaſe par quelque ouverture.

2514. * 2506. J'ai dit que des Corps également chauds agiſſent de même ſur le Thermomètre *. La raiſon en eſt, que la quantité de Fluide dans le Thermomètre eſt trop petite, pour altérer ſenſiblement la Chaleur de ces Corps, par la quantité que ces derniers lui en communiquent.

Mais

Mais *dans plusieurs* autres *occasions, des Corps, également chauds, n'agissent pas de même sur un même Corps*; & outre cela dans différens Corps, entourez d'un même Fluide, dont la Chaleur est partout uniforme, la Chaleur ne devient pas, dans le même tems, égale à celle du Fluide; comme on l'a vû dans la derniére Expérience. 2515.

D'où il suit que *certains Corps s'échauffent plus difficilement que d'autres*, & cela par deux Causes: les parties, dont les différens Corps sont composez, ne pouvant pas toutes être agitées avec la même facilité, & le Feu pénétrant moins aisément dans de certains Corps que dans d'autres. 2516.

Il est clair que pour qu'un Corps aît de la Chaleur, il faut que ses parties soient agitées: cette agitation devient sensible, quand la Chaleur augmente. Or les parties des mêmes Corps différent entr'elles, & dans divers Corps elles différent non seulement en Densité, mais aussi en Cohésion; ce qui empêche que la même agitation ne leur soit communiquée avec une égale facilité; ainsi il faut que les Actions du Feu soient inégales, pour communiquer à divers Corps des degrez égaux de Chaleur; & *la Chaleur n'est pas proportionelle à la quantité de Feu.* 2517. 2518.

3. Experience.

Si quelqu'un, dans le tems que ses deux Mains sont également chaudes, en mêt une sur du Bois & l'autre sur du Marbre, que nous supposons de même Volume, & de même Chaleur, mais qui soit telle cependant qu'elle soit sensiblement moindre que celle des Mains; la Main, posée sur le Marbre, perdra plus de sa Chaleur que l'autre, & néanmoins communiquera au Marbre un degré de Chaleur moindre, que celui que le Bois recevra de la Main, qui lui est appliquée, quoique cette derniére perde moins de sa Chaleur. Cette Expérience est si frappante, qu'il seroit inutile d'en faire d'autres pour démontrer la Maxime de l'Article précédent. 2519.

On prouve aussi par des Expériences, que *le Feu ne pénétre pas avec la même facilité dans tous les Corps.* C'est ce que nous avons déja observé ci-dessus *, comme aussi, que *quand un Corps est plus chaud, le Feu y entre avec plus de facilité.* Un Miroir ardent produit un plus petit Effet, 2520. * 2400. 2521. 2522.

c'eſt-à-dire, renvoye une plus petite quantité de Feu, quand ſa Chaleur eſt augmentée ; ce qui eſt une marque, qu'une plus grande quantité de Feu pénétre & reſte dans le Miroir.

2523. L'Effet de ce Miroir diminue auſſi, quand les Rayons du Soleil traverſent un Air, qu'ils ont deja échauffé ; ce qui prouve que le Feu pénétre en plus grande quantité dans des Particules d'Air échauffées que dans d'autres.

2524. *Les Corps, qui s'échauffent plus difficilement conſervent auſſi plus long-tems leur Chaleur*, quand ils la communiquent à des Corps voiſins & moins chauds.

2525. Quand un Corps communique de la Chaleur à des Corps voiſins, les parties, qui ſont vers la Superficie, perdent de leur Chaleur, & en reçoivent alors des parties internes ; ainſi il y a une diminution ſucceſſive de Chaleur, & les parties, qui ſont le plus voiſines du centre, conſervent leur Chaleur le plus long-tems.

2526. D'où il ſuit, qu'*un Corps peut garder long-tems ſa Chaleur, s'il eſt enveloppé de quelques autres Corps* ; & que les Corps conſervent plus long-tems ou perdent plus vite leur Chaleur, ſuivant les différens Corps, dont ils ſont enveloppez.

C'eſt ce qui paroit par un grand nombre d'Expériences,

2527. qu'on a occaſion de faire tous les jours, & entr'autres *dans de l'Eau chaude*, où *la Chaleur eſt retenue par l'Air qui eſt autour.*

4. EXPERIENCE.

2528. Je me ſers de deux Vaiſſeaux de même Grandeur, hauts d'environ trois Pouces, & larges, tout au plus, d'un Pouce & demi. On verſe dans l'un & dans l'autre une égale quantité d'Eau bouillante ; après quoi un des deux étant mis ſur la Plaque de la Machine Pneumatique, on le couvre d'un petit Recipient dont il faut tirer l'Air. Pendant que la Preſſion de l'Air diminue, l'Eau bout fortement, & le Feu en ſort. Car dès qu'on a laiſſé rentrer l'Air, l'Eau ſe trouve être devenue tiéde ; au lieu que l'autre, qui a toujours été expoſée à l'Air, n'a preſque rien perdu de ſa Chaleur.

2529. C'eſt ce qui ſe voit auſſi dans le Bois luiſant. Ce Bois eſt pourri en Terre, & luit dès qu'on l'expoſe à l'Air. La Terre,

re, qui entouroit ce Bois, y retenoit le Feu ; dès que la Terre ne l'environne plus, le Feu en ſort & il reſte lumineux pendant quelques jours : cette Lumière diſparoit bientôt dans le Vuide, & ne paroit plus quoiqu'on faſſe rentrer l'Air.

Pendant que le Feu d'un Corps ſe répand de tous cotez, & augmente la Chaleur des Corps voiſins, moins chauds que lui, il ne trouve point par-tout la même facilité à s'étendre * ; or quand le Mouvement trouve quelque Obſtacle, qui l'empêche de ſe communiquer d'un coté, il ſe communique avec plus de Viteſſe de l'autre, comme il paroit dans une barre de Fer, dont un des bouts eſt ardent, & dont l'autre bout n'a pas encore de Chaleur ſenſible ; ce dernier bout s'échauffera ſubitement, ſi l'on plonge le bout ardent dans de l'Eau froide. 2530. * 2520.

Le Feu, qui entre dans un Corps, en agite les parties * ; ces parties, miſes en mouvement, agiſſent ſur le Feu, contenu dans ce Corps, & en augmentent le mouvement ; c'eſt pourquoi, quand un Feu extérieur agit ſur un Corps, *la Chaleur* de ce Corps *augmente, non ſeulement par l'Action du Feu, qui vient de dehors, mais auſſi par l'augmentation du Mouvement du Feu, qui étoit déja dans le Corps* ; c'eſt ce qui paroit manifeſtement dans les grands Incendies ; & l'on peut juger de ce qui a lieu dans de petits Mouvemens, en faiſant attention à ce qui arrive, quand ces Mouvemens deviennent aſſez conſiderables pour être apperçus. 2531. * 2517. 2532.

C'eſt de ces ſortes de Mouvemens du Feu que nous allons traiter dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE XIII.

Du Mouvement violent du Feu ; où l'on traite de la Diſſolution des Corps par l'Action du Feu.

QUand le Mouvement du Feu eſt augmenté à un certain point, ſon Effet eſt de convertir un Corps ſolide en un Corps fluide *, & de changer un Fluide en un Fluide élaſtique *. Mais avant que la Chaleur d'un Fluide ſoit aug- 2533. * 2437. * 2440.

2534. mentée assez *pour qu'*il devienne *un Fluide* élastique. L'Action du Feu agite si violemment entr'elles les parties du Corps qu'elles *bouillent*; & pour cela *l'Action du Feu requise, est d'autant plus petite que le Fluide est moins comprimé.*

I. EXPERIENCE.

2535. On verse de l'Eau tiéde dans un Verre, qu'on mêt sur la Plaque de la Machine Pneumatique ; si l'on couvre ce Verre d'un Recipient, & qu'on en tire l'Air, l'Eau bouillira fortement. Au reste, la cause, qui fait que l'Eau bout moins aisément, quand la compression est augmentée, est trop évidente pour qu'il soit nécessaire de l'indiquer.

2536. Le plus grand degré de Chaleur, dont un Fluide est susceptible, dépend de cette même Compression, comme on
* 2528. peut le déduire de l'Expérience rapportée ci-dessus *.

2537. Toutes les Particules, dont les Corps sont composez, ne sont pas propres à former un Fluide, quand leur Cohésion diminue, quoique séparées les unes des autres par l'Action du Feu.

2538. La Solution des Corps, lorsqu'ils deviennent Fluides, s'appelle Fusion. Mais quand un Corps se convertit en un Fluide élastique, ce changement se nomme Evaporation & Exhalaison. Enfin la derniére séparation des parties, dont j'ai par-
* 2537. lé *, s'appelle Combustion, & quelquefois Calcination.

2539. Ce que j'ai dit ci-dessus * de la Fusion, de l'Evaporation &
* 2437. 2440. de l'Exhalaison, peut s'appliquer à la Combustion, & à la Calcination: la différence des Effets, dont il s'agit, ne venant que de la constitution des Corps.

2540. Ce qui regarde la Combustion & la Calcination, se déduit
* 2436. 2517. de ce qui a été dit de la Chaleur *; car il est bien clair, qu'en augmentant le Mouvement des parties, elles doivent enfin se séparer les unes des autres.

Mais avant que de parler de la Combustion, il faut consi-
2541. derer *les parties* mêmes *séparées dans les Exhalaisons.*

Ces parties *s'envolent par le Mouvement du Feu, intimément uni avec elles.* Les Particules d'Eau, changées en Vapeur, méritent particulièrement d'être considerées ici, puisqu'elles prouvent que le Feu & l'Eau ne sont pas des choses aussi
2542. opposées, qu'on le croit ordinairement; car *le Feu s'attache à chacune des Particules d'Eau*, & l'empêche de se réunir

avec

avec quelque Particule voiſine, *ſans qu'il puiſſe* cependant *les changer* elles mêmes; car dès qu'il quitte ces Particules, elles ſe rejoignent, & ſe changent de nouveau en Eau.

Les Vapeurs s'élévent en l'Air, & ſont ſoutenues à différentes hauteurs, ſuivant la différence de leur conſtitution, auſſi bien que de celle de l'Air *. Souvent on ne les apperçoit pas; en ce cas, ſi leur Chaleur diminue, elles ſe rapprochent, & forment des Nuées ou des Brouillards; & enfin, ſi ce qui leur reſtoit de Chaleur diminue encore, elles redeviennent Eau, & retombent en Pluye. 2543. * 1477. 2110.

Des Vapeurs, répandues dans l'Air, & inviſibles, paroiſſent tout-à-coup, ſi la Denſité de l'Air vient à diminuer. 2544.

2. Experience.

Après avoir fait quelque Expérience avec de l'Eau dans le Vuide de la Machine Pneumatique, ſi on laiſſe rentrer l'Air, on verra preſque toujours des Vapeurs attachées à la Surface intérieure du Recipient; ſi le Verre eſt bien nêt, & qu'on tire encore une fois l'Air, ces Vapeurs diſparoiſſent d'abord, & l'on ne voit plus rien dans le Recipient, mais enſuite en continuant à faire aller la Machine, on appercevra des Vapeurs, qui ſortiront avec l'Air, à meſure qu'on le tire. 2545.

Il y a une infinité d'autres Exhalaiſons que celles que forment des Particules d'Eau; comme toutes en général ont été ſéparées de quelques Corps par l'Action du Feu, elles contiennent une grande quantité de Feu; quelques unes de ces Exhalaiſons ſont compoſées principalement de parties combuſtibles, dont je parlerai dans l'inſtant. Le reſte de ce qui a rapport à cette Matière, relativement à notre but, a été expliqué dans le Chapitre III. de ce Livre. 2546.

Les parties qui ſe ſéparent l'une de l'autre dans la plupart des Corps qu'on brule, ſont terreſtres, aqueuſes, huileuſes ou ſpirituеuſes. 2547.

Nous appellons terreſtres les parties, qui reſtent après que le Corps a été diſſous par le Feu; c'eſt-à-dire, les cendres, qu'on peut échauffer, mais qui ne ſçauroient être brulées. 2548.

Nous appellons aqueuſes les parties, qui ſont enlevées, & changées en Vapeur par l'Action du Feu; mais qui, venant à ſe rejoindre, quand leur Chaleur diminue, ſont converties en Eau. 2549.

En-

2550. Enfin nous donnons le nom d'huileuſes & de ſpiritueuſes aux Parties, qui ſeules ſervent d'Aliment au Feu, dont l'Action les diſſout, dans le tems qu'elles contribuent elles mêmes à l'augmenter.

2551. L'Action du Feu, quand elle eſt violente, diſſout tellement ces Parties, qu'il n'eſt plus poſſible d'en former un Corps com-
2552. buſtible: on dit alors que ces Parties ſont conſumées: que ſi l'Action du Feu, ſur elles, eſt moins forte, elles ſe diſſolvent en un Fluide élaſtique & groſſier, qu'on nomme Fumée; mais ce Fluide eſt combuſtible, & forme étant condenſé un Corps mou, qui eſt combuſtible auſſi.

2553. Les Parties en queſtion deviennent lumineuſes, quand leur Chaleur augmente au point qu'elles ſe conſument; & ce ſont elles qui forment la Flamme, dans le tems qu'elles ſe ſéparent de quelque Corps; ainſi la Fumée & la Flamme ne différent que par le degré de Chaleur: & quand la Chaleur eſt augmentée, la Fumée ſe convertit en Flamme, & par cela même ſe conſume.

3. EXPERIENCE.

2554. TAB. LXXXI. Fig. 5. C eſt une Chandelle qu'on a éteinte en ſoufflant, & dont ſort la Fumée F; cette Fumée, ſi on en approche la Chandelle A, ſe convertira en Flamme, & allumera ainſi la Chandelle C, qui eſt éloignée de l'autre à la diſtance de ſix à huit Pouces.

2555. On remarque que *la Flamme* dans l'Air *eſt Piramidale*; Voici la raiſon de ce Phénomène. La Flamme, étant plus légére que l'Air, monte, mais perd en même tems, par ſa violente agitation, continuellement quelques unes de ſes Parties, ainſi elle diminue à meſure qu'elle monte, & comme le nombre des Parties, qui s'élévent juſqu'au haut de la Flamme, eſt très petit, le bout doit à peu près ſe terminer en Pointe.

2556. Sans cette diſſipation de Parties la Flamme ſeroit cylindrique; car elle tend continuellement à prendre la Figure Sphérique; mais elle s'éléve, & de nouvelles Parties prennent à chaque inſtant la place de celles qui montent. C'eſt ce qui fait que la Flamme peut s'allonger conſiderablement, quand, en l'environnant de quelque Corps, on empêche, ou du moins on diminue la diſſipation de ſes Parties.

4. EX-

4. Experience.

On joint en C quatre Chandelles, pour avoir une Flamme plus épaiſſe; on fait paſſer cette Flamme par le Tuyau A B, qui s'élargit en A, & qui eſt long d'un Pied. La Flamme monte au deſſus du Tuyau juſqu'en D, deſorte que la hauteur B D ne différe que très peu de toute la longueur de la Flamme, quand le Tuyau eſt ôté. 2557. TAB. LXXXII. Fig. 1.

Si l'on diminue la diſſipation laterale, en laiſſant à la Flamme la liberté de s'étendre, ce qui a lieu *quand une Flamme ſubtile entoure une autre Flamme épaiſſe, cette derniére s'étend conſiderablement, & ſe dilate auſſi de coté.* 2558.

5. Experience.

On verſe de l'Eſprit de Vin, environ à la hauteur de trois quarts de Pouce, dans le Poëlon de cuivre C, large de trois Pouces & haut de deux: on mêt ce Poelon ſur le Feu, & on allume l'Eſprit de Vin: cela étant, ſi l'on ajuſte dans le petit Vaſe *a*, haut d'un Pouce, & garni d'une Queüe recourbée, un bout de Bougie, qui ne déborde pas au deſſus du Tuyau, & qu'après avoir allumé cette Bougie, on la tienne au milieu de la Flamme de l'Eſprit de Vin, on verra la Flamme de la Bougie, qui eſt plus épaiſſe que l'autre, ſe dilater, & s'élever plus haut qu'elle n'auroit fait ſans cela. 2559. TAB. LXXXII. Fig. 2.

Les Exhalaiſons, qui peuvent être conſumées par le Feu, & qui, par cela même, ſont inflammables, ſervent, ſinon toutes, du moins preſque toutes, d'Aliment au Feu; & comme les Particules, qui les compoſent, ſont déja pénétrées de Feu*, il n'eſt pas ſurprenant qu'elles s'allument très aiſément. 2560. * 2541.

C'eſt ce qui arrive dans les Mines, où la moindre Flamme ſuffit pour allumer tout à coup des Exhalaiſons avec Fulmination. La Fulmination a lieu toutes les fois qu'il y a une Génération ſubite de Flamme. 2561.

Il y a des Exhalaiſons qui s'allument d'elles mêmes: effet, qu'il faut attribuer quelquefois aux Rayons du Soleil, raſſemblez en traverſant quelques Nuées, ou après en avoir été réfléchis: car ces Rayons, réunis à l'aide d'un Verre ou d'un Miroir, produiſent des Effets incroyables, comme nous le verrons dans le Livre ſuivant; & des Nuées peuvent faire quelque choſe d'approchant. Il arrive ſouvent auſſi que différentes Exhalaiſons s'enflamment, dès qu'elles viennent à ſe mê- 2562.

mêler enſemble, & que l'Action mutuelle de leurs parties excite un Feu très violent. L'Expérience nous conduit à cette Concluſion; car nous voyons en pluſieurs occaſions, cette Action mutuelle des parties, dans le mélange des Corps, qui produit du Feu.

2563. La Chymie nous fournit pluſieurs exemples, de deux Corps froids, qu'il ſuffit de mêler enſemble, pour qu'ils s'enflamment; quoique fluides l'un & l'autre.

2564. Qui niera que quelque choſe de ſemblable ne puiſſe avoir lieu par rapport aux Exhalaiſons? ſi l'on conſidere, que les Particules, dont les Exhalaiſons ſont compoſées, ne ſubſiſtent ſéparées des Corps, que parce qu'elles ſont agitées par l'Action du Feu uni avec elles *. * 2541.

L'Expérience ſuivante, qui eſt de Boyle, fait voir clairement l'Action reciproque, quoique peu violente, des Exhalaiſons mêlées enſemble.

6. EXPERIENCE.

2565. On prend deux Phioles, dont la premiére contient de l'Eſprit de Sel commun, & l'autre de l'Eſprit de Sel Ammoniac bien rectifié. Quand on ouvre ces Phioles, il en ſort des Exhalaiſons inviſibles auſſi long-tems que les Phioles ſont éloignées; mais dès qu'on les diſpoſe de façon, que les Exhalaiſons puiſſent ſe mêler enſemble, ces derniéres deviennent d'abord viſibles, & montent comme une eſpéce de fumée.

2566. Les Exhalaiſons, allumées en l'Air, fourniſſent divers Phénoménes, au nombre deſquels nous mettons les Météores ignées, comme la Foudre & pluſieurs autres.

Revenons preſentement à l'Action du Feu ſur les Corps.

2567. Les parties, qui ſervent d'Aliment au Feu, manquent, ou ne ſe trouvent qu'en très petite quantité, dans les Corps, que le Feu réduit en chaux ou en ſcories; c'eſt ce qui eſt cauſe que ces ſortes de Corps ne peuvent ſe diſſoudre que par l'Action continuée d'un Feu extérieur.

2568. Pluſieurs choſes ſemblent donner à connoitre, que ce n'eſt pas immédiatement que le Feu produit ſur les Corps une Action, auſſi grande que celle qui a lieu dans la Combuſtion & dans la Calcination.

2569. Dans la Combuſtion le Feu s'attache à un nombre innombrable de Particules imperceptibles; ces Particules ſe meuvent de

de tous cotez, & ſortent en grand nombre de l'endroit où eſt la Flamme. On ne ſçauroit guéres douter qu'étant tranſportées ainſi avec le Feu, elles ne pénétrent dans les Pores de quelque autre Corps; car *il eſt démontré par un grand nombre d'Expériences*, dont pluſieurs ſe trouvent dans Boyle, *que l'Action du Feu augmente ſenſiblement le Poids des Corps*, principalement ſi la Flamme agit immédiatement ſur eux; quoique ce Poids ſoit quelquefois augmenté auſſi, mais moins, quand l'Action dont il s'agit, n'eſt pas immédiate, comme lorſqu'on expoſe, pendant deux ou trois heures, à de la Flamme d'Eſprit de Vin, des Corps renfermez dans des Vaſes de Verre. Cette augmentation de Poids prouve l'addition de quelque nouvelle Matière *, qui a paſſé à travers le Verre. On pourroit peut être s'imaginer que c'eſt au Feu, que cette augmentation de Poids doit être attribuée; mais il paroit par d'autres Expériences, que *ſi le Feu a quelque Gravité, du moins elle n'eſt pas ſenſible*; ce qui étant bien prouvé par une ſeule Expérience, pourra fournir une démonſtration générale, que, dans toutes les occaſions où l'on trouve une augmentation de Poids, cette augmentation doit être attribuée à quelque autre Matière, tranſportée avec le Feu.

2570. * 156. 2571.

7. Experience.

On place dans un des Baſſins d'une Balance très exacte un Morceau de Fer ardent, & l'on mêt la Balance en équilibre. Cet équilibre reſte, quoique le Fer perde peu à peu ſa Chaleur, & vienne enfin à ſe refroidir.

2572.

Le Fer eſt dilaté par la Chaleur *, & ſoutenu davantage par l'Air *; c'eſt ce qui pourroit faire ſoupçonner, que pour que l'Equilibre ſubſiſte, il faut qu'il y ait eu augmentation de Poids. Mais l'effet de la dilatation, dont il s'agit, ne ſçauroit guéres être ſenſible dans cette Expérience, & il eſt queſtion ici d'un Poids augmenté ſenſiblement *.

2573. * 2403. 2426. * 1478. 2166. * 2570.

L'Expérience, que nous venons de rapporter, réuſſit pareillement dans le Vuide.

8. Experience.

Je prends deux Cubes de Fer, d'un Pouce chacun, & préciſément de même Poids; j'en fais rougir un dans un Creuſet, pour qu'il ne s'y attache aucun Corps étranger.

2574.

Je ſuſpends une petite Balance très exacte au deſſus de la

Plaque de la Machine Pneumatique, de la manière expliquée
* 2167. ci-devant *. Les Baſſins ſont ſuſpendus par des Chainettes. Ces Chainettes, auſſi bien que les Baſſins, doivent être plus fortes que celles dont on ſe ſert ordinairement pour des Balances auſſi délicates.

Quand le Fer eſt rouge, on le mêt dans un des Baſſins, & il y a équilibre en mettant l'autre Cube dans le Baſſin oppoſé; s'il y manque quelque choſe, on y ſupplée par un petit Poids. Le tout étant couvert d'un Recipient de Verre, on tire l'Air, & l'équilibre reſte, ſans qu'il arrive le moindre changement, quand le Fer ſe refroidit.

2575. Pluſieurs Expériences faites dans le Vuide, prouvent, que, dans la Combuſtion, l'Action du Feu eſt aidée par celle de quelque Corps étranger & ſubtil, qui s'y trouve joint. Car auſſitôt qu'on ôte l'Air, toute Combuſtion ceſſe, comme nous le verrons dans le Chapitre ſuivant.

2576. Cependant des Corps, qui brulent dans l'Air, peuvent être conſumez par le Feu dans le Vuide; mais il faut pour cela l'Action continuée d'un Feu extérieur, qui agit lentement ſans Flamme, & ſans agitation violente de parties.

9. EXPERIENCE.

2577. On fait tenir quelques Morceaux de bois très minces
TAB. LXXXII. Fig. 3. *a*, *a*, *a*, *a*, à un Fil, qu'on attache au bout S, de la Verge
* 2155. S T, qui traverſe la Boëte aux Cuirs P *, jointe avec le Couvercle O du Recipient R.

On place enſuite, ſur la Plaque G de la Machine Pneumatique, le Morceau de Fer rouge F, après avoir mis entre deux la Pierre L. On couvre le tout du Recipient, dont on tire l'Air. Enſuite en abaiſſant la Verge de cuivre, on fait deſcendre ſucceſſivement les petits Morceaux de bois ſur le Fer, où ils ſe conſument, mais ſans jetter aucune Flamme.

2578. Quand on frappe un Caillou avec de l'Acier, il ſe ſépare quelques parties, tant de l'Acier que du Caillou; ces parties ſont toutes en Feu, & forment des Etincelles dans l'inſtant de la ſéparation: les Particules métalliques fondues, prennent une figure ſphérique; celles, qui ſe ſéparent du Caillou, ſe conſument, deviennent friables, & ſe changent en Chaux ou en Scories. Les mêmes changemens arrivent, ſi cette Percuſſion ſe fait dans le Vuide; mais les Particules ne paroiſſent pas lumi-

mineuſes en ſe ſéparant, & l'on n'apperçoit point d'Etincelles.

10. Experience.

Je me ſers de la Machine décrite ci-deſſus, & deſtinée à produire du Frottement dans le Vuide *; après y avoir ajouté ce qu'il faut pour que le Mouvement ſe faſſe par le moyen de la grande Roüe *: mais avant que de joindre cette Machine à la Plaque de la Machine Pneumatique, il faut ajuſter, à cette Plaque, le cuir, ſur lequel le Recipient doit être poſé *; j'ajuſte outre cela, à la même Plaque, un Morceau de Papier, coupé de façon, que, ſans empêcher le Recipient de poſer ſur le cuir, il couvre néanmoins cette partie du cuir, qui eſt en dedans du Recipient; ce Papier eſt percé dans les deux endroits, qui répondent aux ouvertures pratiquées dans la Machine Pneumatique. 2579. * 2476. *2483. * 2157.

Je joins à l'Aiſſieu mobile *ab* la Plaque circulaire d'acier A, par le centre duquel paſſe l'Aiſſieu, & qui peut avoir deux Pouces & demi de Diamètre, & un demi-Pouce de hauteur. TAB. LXXXII. Fig. 4.

La Surface convexe de ce Cylindre eſt entourée de rainures creuſées de telle ſorte que la partie du Cylindre, qui ſépare une rainure de l'autre, aît du Trenchant; huit ou dix entailles coupent ces Trenchans à Angles droits.

On affermit le Cylindre entre deux petits Plateaux d'un Bois dur, à l'aide des deux Ecrous *c*, *c*, qu'on ſerre avec une Clé.

On fait tenir deux Pierres à Feu dans les Pieces de Bois S, S, qui ſont appliquées aux Lames EF, EF; on approche ces Pierres de la circonference du Cylindre, & on les ſerre de façon que les Lames EF, EF, en ſoient tant ſoit peu pliées en arriére; & c'eſt dans cette ſituation qu'elles ſont affermies par les Vis *e*, *e*, *e*, *e* *. * 2480.

On couvre le tout d'un Recipient de Verre, & l'on fait tourner la Roüe; les Particules, que le Frottement emporte, tombent ſur le Papier; on les raſſemble & on les mêt à part; enſuite on remêt le Recipient, dont on tire l'Air.

On fait tourner encore une fois la Roüe, & ayant laiſſé rentrer l'Air, & ôté le Recipient, on raſſemble de nouveau les Particules, qui viennent d'être emportées, des Pierres & de l'Acier.

En examinant au Microſcope ces derniéres Particules, & les autres, qui ont été raſſemblées avant qu'on eut tiré l'Air 2580.

du Recipient, on les trouvera ſemblables les unes aux autres. Si l'Expérience ſe fait dans un endroit obſcur, on voit que le Recipient, avant qu'on en aît tiré l'Air, eſt comme rempli d'Etincelles, dans le tems que la Roüe tourne; mais on n'apperçoit rien de pareil dans le Vuide, & il paroit ſeulement une Lumière fixe dans les endroits, où ſe fait le Frottement: ce Frottement rendant les Pierres lumineuſes, comme nous
* 2486. 2496. l'avons vû à l'égard de divers autres Corps *.

CHAPITRE XIV.

De l'Extinction du Feu, & du Froid.

2581. *L'Extinction du Feu dans un Corps, eſt la ceſſation de ce*
* 2550. *Mouvement, par lequel l'Aliment du Feu ſe conſume* *.

Il eſt bien clair que le Feu doit s'éteindre lorſqu'il n'a plus d'Aliment. Mais il n'eſt pas ſi aiſé de rendre raiſon pourquoi le Feu s'éteint quelquefois, quoiqu'il lui reſte encore de l'Aliment.

2582. C'eſt ce qu'on obſerve ſouvent, lorſqu'on expoſe des Charbons ardens aux Rayons du Soleil, quand il eſt dans toute ſa Force; en ce cas les Charbons s'éteignent avant que d'être entiérement conſumez; & l'on peut facilement en faire l'Expérience. La cauſe de ce Phénomène me paroit difficile à trouver.

2583. *Le Feu s'éteint* auſſi *faute d'Air.*

I. EXPERIENCE.

2584. Je mêts ſur la Plaque de la Machine Pneumatique, dans un Vaſe ouvert, un Charbon de Tourbe, bien allumé, & qui ne s'éteindroit de lui même qu'après avoir avoir été entiérement conſumé; ce Charbon s'éteindra en peu de tems, ſi je tire l'Air du Recipient, dont je l'aurai couvert; mais ſi je laiſſe d'abord rentrer l'Air, le Charbon ne ſera pas tout-à-fait éteint pendant ce petit intervalle de Tems, mais deviendra tel, qu'on pourra le manier ſans courir le moindre riſque de ſe bruler.

Ce Phénomène n'eſt pas facile non plus à expliquer, car on
2585. peut démontrer par des Expériences, que *cet Effet ne ſçauroit être attribué à la ſeule diminution de la Preſſion.*

2. EX-

2. Experience.

J'applique un Recipient de Verre, ouvert par en haut, à la Plaque de la Machine Pneumatique, & je ferme ce Recipient avec un Couvercle, auquel, par le moyen d'un Robinet, eſt attaché un long Tuyau de cuivre, recourbé, & dont le bout eſt garni de Fer. 2586.

Après avoir tiré l'Air du Recipient, on le laiſſe rentrer par le Tuyau, lequel eſt diſpoſé enſorte que l'Air n'y ſçauroit entrer, à moins que de paſſer par la Flamme de quelques Charbons allumez. On ne fait rentrer l'Air que lentement, & quand le Recipient eſt plein, on ôte le Couvercle: l'Air, qui eſt dans le Recipient, ſoutient alors tout le Poids de l'Atmoſphère: ſi l'on introduit alors par enhaut, dans le Recipient, une Allumette enflammée, ou du Papier allumé, on les verra s'éteindre dans l'inſtant même qu'on les y fait entrer.

En repetant la choſe pluſieurs fois, on pourra à chaque fois enfoncer la Flamme davantage avant qu'elle s'éteigne; parce qu'elle chaſſe l'Air des endroits, où elle arrive, & qu'un nouvel Air occupe d'abord la place de celui, qui vient d'être chaſſé. 2587.

D'où il ſuit, que *pour que le Feu ne s'éteigne pas, il faut certaines Particules*, qui, par l'Action du Feu, ſe diſſipent ou deviennent inutiles; ce qui eſt arrivé, dans la derniére Expérience, à l'Air qui avoit paſſé par la Flamme des Charbons, avant que d'entrer dans le Tuyau. 2588.

La même choſe eſt confirmée encore par l'Expérience ſuivante.

3. Experience.

On couvre une Chandelle allumée d'un Recipient ouvert par enhaut; & pour qu'il n'entre point d'Air par deſſous, on poſe ſur la Plaque de la Machine Pneumatique la Chandelle & le Recipient, entre lequel & la Plaque on a ſoin qu'il ne paſſe aucun Air. La Flamme continue dans le même état, à cauſe du nouvel Air, qui entre continuellement par enhaut; mais ſi par le moyen d'un Cylindre on bouche aſſez l'ouverture ſupérieure, pour que l'Air n'y puiſſe point entrer librement, la Chandelle s'éteindra bientôt, à moins qu'on ne laiſſe entrer un peu d'Air par deſſous, en ſoulevant d'un coté le Recipient, ou de quelque autre manière. 2589.

Entre les cauſes qui font que le Feu s'éteint, il y en a pluſieurs, 2590.

sieurs; qui doivent être rapportées au manque d'Air: c'est
2591. ainsi, que *le Feu, renfermé de toutes parts, s'éteint en peu de tems*; à quoi la Fumée accumulée semble aussi beaucoup contribuer.

2592. Cette Extinction est la plupart du tems telle, qu'il faut du Feu nouveau pour rallumer le Feu éteint: quelquefois néanmoins il se rallume de lui même, en lui rendant de l'Air, quoiqu'il n'ait eu de long-tems aucune communication avec l'Air extérieur; mais dans ces sortes de cas souvent le Feu n'a pas été entiérement éteint, quoique la consomption de l'Aliment du Feu pendant ce tems-là n'ait pas été sensible.

2593. On peut dire aussi, que *c'est faute d'Air que le Feu s'éteint par l'Action de l'Eau.*

2594. Comme l'Eau ne contient en soi rien qui puisse servir d'Aliment au Feu, & par cela même ne sçauroit bruler, on conçoit facilement qu'étant versée sur quelqu'un de ces Corps, qui attirent l'Eau, & cela dans le tems qu'ils sont enflammez, elle s'y applique d'abord immédiatement, de façon qu'elle ôte l'accès à l'Air; ainsi le Feu s'éteint, à moins que la quantité d'Eau ne soit très petite en comparaison de la violence du Feu; car en ce cas cette Eau se change en Vapeurs d'abord, & est répoussée.

2595. Mais quand il s'agit d'un Corps, auquel l'Eau ne s'applique point immédiatement, comme de l'Huile & d'autres Corps gras, l'Eau n'en éteint pas le Feu, à moins qu'elle ne soit versée en assez grande quantité pour empêcher que l'Air n'y puisse arriver d'aucun coté.

2596. Il y a aussi quelques Fluides, qui peuvent se mêler avec de l'Eau, & que cependant l'Eau n'éteint pas, quand ils sont allumez, ce qui ne paroit pas s'accorder avec ce qui a été dit
* 2593. ci-dessus *; mais il faut considerer que l'Eau ne sçauroit s'appliquer à la Superficie de ces Fluides, ni s'étendre dessus, ce qui est nécessaire pour ôter l'accès à l'Air.

2597. L'Action de l'Eau sur le Feu contenu dans le Phosphore,
* 2499. & de laquelle nous avons eu occasion de parler *, différe de celle dont il s'agit ici; car, quand le Phosphore est bien allumé, l'Eau n'est pas capable de l'éteindre. Sa Lumière est aussi plus vive dans le Vuide que dans l'Air.

4. Experience.

On trace avec le Phoſphore d'Urine quelques Lettres ſur un Morceau de Papier: on mêt ce Papier ſous un Recipient, dans un lieu obſcur, & l'on voit les Lettres devenir plus brillantes dans le Vuide, que dans l'Air; mais elles diſparoiſſent plus vite. 2598.

La Chaleur diminue, quand le Feu s'éteint; ainſi cette Extinction a quelque rapport avec le Froid. 2599.

Car *la Diminution de la Chaleur eſt déſignée ſouvent*, quoique pas toujours, *par le mot de Froid, qui n'eſt autre choſe que cette Diminution.* 2600.

Nous appellons froids les Corps moins chauds que les parties de notre Corps, auxquelles ils ſont appliquez, & qui par cela même diminuent la Chaleur de ces parties *; comme nous nommons chauds les Corps, qui, en pareil cas, augmentent cette Chaleur *. 2601. *2504. * 2409.

Le Froid, à notre égard, n'eſt qu'une Senſation, qu'excite en nous, la diminution de Chaleur que notre Corps éprouve; il y a de la Chaleur dans un Corps froid *, mais une Chaleur moindre que celle de notre Corps; ce qui diminue cette derniére *. 2602. * 2452. * 2504.

Ces ſeules Conſiderations, qui ſont très ſimples, ſuffiſent pour décider la Queſtion, ſi le Froid doit être attribué à l'abſence du Feu, ou à la préſence de quelque Matière particuliére, de même que la préſence du Feu eſt requiſe pour produire de la Chaleur. Il eſt clair que la ſeule abſence du Feu ſuffit pour cela. 2603.

Mais on peut à cette occaſion propoſer encore une autre Queſtion, ſçavoir, s'il y a jamais une Diminution de Chaleur, ſans la préſence d'une Matière, dont les Particules pourroient s'appeller les Particules du Froid. Je réponds, que les Expériences ne prouvent point l'exiſtence d'une pareille Matière, & par conſequent, qu'il n'y a pas moyen de reſoudre la Queſtion propoſée; car dans ce qui eſt obſcur, on n'eſt pas en droit d'affirmer une choſe parce que le contraire ne ſçauroit être prouvé. Mais il eſt bien certain, que la Diminution de la Chaleur, de quelque cauſe qu'elle dépende, ſuffit pour qu'il y ait du Froid. 2604.

Je ne nie pas, qu'il n'y ait des Particules ſubtiles, qui, lorſ- 2605.

qu'elles entrent dans un Corps, en chaſſent le Feu, au moins en partie; mais j'ai dit ſimplement, qu'il n'étoit point prouvé, que ces Particules ſe trouvent toujours où il y a Diminution de Chaleur: car quoiqu'il y ait des Particules, qui, differentes de celles dont les Corps ſont compoſez, n'attirent point le Feu, mais même le repouſſent, on ne ſçauroit en inferer que la Chaleur ne puiſſe pas être diminuée par quelque autre Cauſe.

L'Expérience ſuivante ſemble prouver l'Exiſtence de ces ſortes de Particules dans de certains cas.

5. EXPERIENCE.

2606. On mêle enſemble, dans un Vaſe, parties égales de Neige & de Sel marin, & on place dans ce Vaſe un Verre rempli d'Eau, de façon que le Verre ſoit entouré du mêlange en queſtion; ſi l'on mêt ce mêlange ſur le Feu, dans le moment qu'il commence à ſe fondre, c'eſt-à-dire, que ſa Chaleur augmente, il ne communique pas de Chaleur à l'Eau, comme feroit * 2504. tout autre Corps *; mais l'Eau ſe convertit d'abord en Glace.

2607. Si l'Eau étoit contenue dans un Tuyau, vuide d'Air, la * 2128. Congélation ſeroit accompagnée d'Ebullition *.

FIN DU LIVRE QUATRIEME.

ELE-

ELEMENS
DE
PHYSIQUE
DEMONTREZ
MATHEMATIQUEMENT,
ET CONFIRMEZ PAR DES
EXPERIENCES.

LIVRE V.

Partie I. Du Mouvement de la Lumière, & de son Inflexion.

CHAPITRE I.

De la Viteſſe de la Lumière.

NOus avons vû que la Nature du Feu nous eſt inconnue*; on en peut dire autant de la Lumière. A la verité, le petit nombre de Propriétez de la Lumière, que nous connoiſſons par le moyen de diverſes Expériences, peut ſervir à en expliquer pluſieurs Phénomènes: quoiqu'il paroiſſe en même tems par ces Phénomènes que d'autres Propriétez de la Lumière nous ſont entiérement inconnues. 2608. * 2392.

2609. Nous avons obſervé ci-deſſus; que le Mouvement de la
* 2414. Lumière ſe faiſoit en Ligne droite *. La Lumière n'arrive pas d'un point à un autre, s'il ſe trouve quelque Obſtacle dans la Ligne droite, qu'on peut ſuppoſer menée d'un des Points à l'autre.

2610. *Si la Lumière paſſe par un trou, elle garde ſa direction,*
* 1744. *& ne s'étend pas de coté*, comme font les Ondes *.

1. DEFINITION.

2611. *On nomme Rayon de Lumière, une Lumière quelconque conſiderée ſuivant la Direction de ſon Mouvement, ſi elle ſuit toute entière la même Direction.*

2612. J'ai dit qu'on appelloit Lumineux un Corps dont il ſort de
* 2411. la Lumière *.

2613. *La Surface d'un Corps Lumineux eſt compoſée de Points Lumineux, qui dardent de tous cotez des Rayons de Lumière.*

2. DEFINITION.

2614. *On donne le nom de Tranſparent à un Corps, que la Lumière peut traverſer, ſans que le Mouvement de la Lumière en Ligne droite ſoit troublé dans le Corps même.*

3. DEFINITION.

2615. *On donne le nom d'Opaques aux Corps, qui interceptent la Lumière.*

On propoſe deux Queſtions touchant le Mouvement de la Lumière.

2616. 1°. Si le Mouvement de la Lumière doit être attribué à une ſimple Preſſion, ou bien ſi les Particules de Lumière ont un Mouvement local.

2617. 2°. Si la propagation du Mouvement de la Lumière eſt momentanée ou ſucceſſive.

2618. Je n'ai qu'un mot à dire ſur la première Queſtion. Suivant ceux, qui attribuent le Mouvement de la Lumière à une Preſſion, il y a de petits Globules, qui ſe touchent mutuellement, repandus dans tout l'Eſpace, par lequel la Lumière ſe communique. On apperçoit la Lumière, quand l'Action du Corps Lumineux preſſe les Globules, qui l'entourent immédiatement, & que ces derniers à leur tour preſſent les Globules voiſins, & ainſi de ſuite juſqu'à nous.

2619. Je ne ferai qu'une ſeule difficulté contre ce ſentiment. Un Globule eſt environné de pluſieurs autres, & ſi ces derniers

ſont

ſont preſſez ſuivant diverſes directions, ils preſſent auſſi ſuivant diverſes directions ce premier Globule; & celui ci, pour que chaque Rayon puiſſe garder ſa direction, devra preſſer les autres Globules ſuivant toutes ces directions differentes; mais c'eſt ce qui eſt impoſſible; car toutes les Preſſions ſe reduiſent à une ſeule *, & le Globule preſſé preſſe tous les Globules voiſins, qui peuvent faire obſtacle à cette Preſſion, ſoit qu'ils répondent au premier Globule comprimant, ou non; ce qui produiroit une confuſion des Rayons: outre cela les Preſſions oppoſées s'entre-détruiroient. Or l'Expérience nous apprend, que des Rayons ſans nombre paſſent par un trou quelque petit qu'il puiſſe être, ſans ſe confondre. Il paroitra par ce que nous dirons dans la ſuite touchant la Viſion, que cela même a lieu, lorſqu'on regarde pluſieurs objets par un petit trou. * 318.

Si la Propagation de la Lumière ne ſe fait point par Preſſion, elle n'eſt pas momentanée, mais elle ſe fait par Tranſlation d'un lieu dans un autre, ce qui demande quelque Tems. Quoique cette obſervation générale ſuffiſe pour décider la ſeconde Queſtion *, je vais ajouter encore quelques Eclairciſſemens, & examiner ſi les Phénomènes mêmes ne peuvent point ſervir à déterminer la Viteſſe de la Lumière. 2620. * 2617.

Caſſini & Roëmer ſont les premiers, qui ayent eſſayé de déterminer la Viteſſe de la Lumière par des Obſervations Aſtronomiques; le premier changea bientôt d'avis, dans la perſuaſion, que les Conſéquences, qu'il avoit tirées de certains Phénomènes, n'en étoient pas bien déduites, parce que ces Conſéquences paroiſſoient invalidées par d'autres Phénomènes. Roëmer perſiſta dans ſon Sentiment, & reſta ſeul à le défendre. Voici en peu de mots de quoi il s'agit. 2621.

Comme il eſt queſtion ici d'Obſervations Aſtronomiques, on pourroit traiter ce Sujet avec moins de peine & plus amplement dans le Livre ſuivant; cependant je tâcherai de l'expliquer ici, en n'entrant dans des détails d'Aſtronomie, qu'autant qu'il ſera abſolument néceſſaire, & de m'accommoder à la portée de ceux qui n'ont point d'Idées des Mouvemens céleſtes. 2622.

Le Soleil, Source de la Lumière, éclaire de ſes Rayons les Corps, qui tournent autour de lui. Ces Corps ſont viſibles par le moyen des Rayons qu'ils refléchiſſent, comme je l'expliquerai plus au long, en parlant de la Viſion. Notre Terre eſt 2623.

un de ces Corps, & fait ſa Revolution autour du Soleil en un An.

2624. Les Corps, qui tournent autour du Soleil, ſont Sphériques & Opaques. On les nomme Planètes. Un d'eux, connu ſous le nom de Jupiter, eſt entouré de quatre Corps, plus petits que lui, qu'on appelle Satellites, & qui font leurs revolutions en Cercles autour du Centre de Jupiter.

Ces Satellites, en faiſant leurs Revolutions, paſſent par l'ombre de Jupiter, & ſouffrent une Eclipſe à chaque revolution, à l'exception du quatrième, qui eſt le plus éloigné, & qui paſſe quelquefois à coté de l'ombre.

Les Aſtronomes ſe ſont principalement attachez à examiner le Mouvement du premier Satellite, c'eſt-à-dire, de celui qui eſt le plus près de Jupiter, afin de déterminer ſes Immerſions dans l'Ombre, auſſi bien que ſes Emerſions hors de cette Ombre.

2625. Soit S le Soleil; ABCD l'Orbite de la Terre; I Jupiter dans ſon Orbite; EFG l'Orbite du premier Satellite, qui traverſe l'Ombre de Jupiter en EF. Au reſte, pour que le Corps de Jupiter & l'Orbite du Satellite en queſtion, fuſſent plus viſibles dans la Figure, je n'ai pas obſervé la proportion qu'il y a entre leurs grandeurs, & celles du Corps du Soleil, & de l'Orbite de la Terre.

TAB. LXXXV. Fig. 1.

2626. Le Calcul ſeroit très ſimple, ſi, après avoir trouvé le Tems périodique, dans lequel le Satellite tourne d'un Mouvement uniforme autour de Jupiter, on pouvoit compter que cette derniére Planète fait avec un ſemblable Mouvement ſa revolution autour du Soleil; mais c'eſt ce qui n'eſt pas; car l'Ombre de Jupiter, en tournant avec lui, va tantôt plus vite & tantôt plus lentement, & à cet égard il y a quelque correction à faire au Calcul: cette Correction s'appelle *la première Equation du Satellite*. Outre cela il faut faire attention au ſejour dans l'Ombre, lequel eſt le plus long quand le Satellite en traverſe le Centre, & va toujours en diminuant vers les bords. Il faut bien prendre garde, à ce qui vient d'être dit dans cet Article, quand on veut déterminer exactement l'inſtant où une Eclipſe commence & celui où elle finit.

2627. Mais lorſqu'il s'agit d'obſerver une Eclipſe, ce Calcul ne ſuffit pas: les Obſervations s'accordant plus ou moins avec ce Calcul ſuivant que la Terre eſt ſituée par rapport à Jupiter, & la plus grande différence étant preſque d'un quart d'heure.

Il

Il eſt bien clair que la ſituation de la Terre ne change rien à l'Eclipſe; & par conſéquent que la Retardation doit être attribuée à une Cauſe étrangère.

Quand la Terre paſſe en A entre Jupiter & le Soleil, le Calcul, dont on vient de parler, s'accorde avec les Obſervations; mais lorſque la Terre s'éloigne davantage de Jupiter, on a recours à une autre correction, qu'on nomme *la ſeconde Equation*, cette Equation ſuit la raiſon de l'Augmentation de la diſtance où notre Terre eſt de Jupiter, dans le tems qu'elle parcourt, la ligne ABC; & l'Eclipſe eſt retardée proportionnellement à l'Augmentation de cette diſtance, meſurée par une ligne droite, qui iroit de la Terre à Jupiter; la Retardation diminue de même, quand la Terre approche de Jupiter, en parcourant CDA. 2628.

Ce fut cette proportion, qui fit conclurre à Roëmer que le Mouvement de la Lumière ſe fait ſucceſſivement, & la conſéquence paroit évidente; car ſi le Satellite, dans l'inſtant même qu'il ſort de l'Ombre, étoit viſible à une diſtance quelconque, il n'importeroit pas que le Spectateur fut en A, ou en B, ou à une plus grande diſtance de Jupiter, puiſqu'il verroit dans l'inſtant même le Satellite ſortir de l'Ombre, & la ſeconde Equation ne ſçauroit avoir lieu. Or comme elle a certainement lieu, il n'y a pas ſujet d'être ſurpris qu'une auſſi belle découverte aît eu une approbation preſque génerale. 2629.

Caſſini, qui avoit trouvé avec Roemer, que la ſeconde Equation devoit être employée dans le Calcul, fut le premier qui nia que ce fut le Mouvement ſucceſſif de la Lumière, qui exigeât cette Equation. La raiſon, ſur laquelle il ſe fondoit, étoit, qu'une Equation égale & ſemblable devroit auſſi avoir lieu pour les autres Satellites, en cas qu'elle dépendit du Mouvement de la Lumière; à la verité, il trouvoit bien une Equation ſemblable pour les autres Satellites, mais beaucoup plus grande, & differente pour chacun d'eux. 2630.

Le Sentiment de Roëmer, attaqué par un Aſtronome célebre, eut bientôt un célebre defenſeur. Halley, qui a abregé & rendu plus faciles les Tables de Caſſini pour le Mouvement du premier Satellite, indiqua quelques Obſervations, qui prouvoient, que la ſeconde Equation étoit la même pour le troiſième & pour le quatrième Satellite, que pour le premier. 2631.

Ainſi

Ainſi la difficulté, propoſée par Caſſini, étant levée, l'Argument de Roëmer en faveur de la Propagation ſucceſſive de la Lumière reſtoit dans toute ſa Force.

2632. Il n'eſt pas étonnant que les concluſions, déduites de differentes Obſervations, ne s'accordent pas. La ſeconde Equation ſe trouve en comparant le calcul avec les Obſervations; mais ce calcul même eſt fondé ſur des Tables compoſées dans ce deſſein; & qui oſeroit aſſurer que ces Tables ſont aſſez exactes pour pouvoir par leur moyen reſoudre la Queſtion? On verra bientôt que notre incertitude à cet égard n'eſt pas deſtituée de fondement.

2633. La diſpute, que je viens d'indiquer, a été agitée dans le dernier Siecle, qui n'en a pas vû la fin; Maraldi, Aſtronome de l'Academie des Sciences, a combattu en 1707. le Sentiment de Roëmer par de nouveaux Argumens, & a taché de fortifier les Argumens de Caſſini, en rapportant d'autres Obſervations, qui prouvent, que la ſeconde Equation doit être plus petite pour le premier Satellite que pour les autres.

Mais ce qui eſt bien plus important, il obſerve outre cela, qu'à l'égard du premier Satellite on néglige une Equation, qui ſeroit conſiderable, puiſqu'elle pourroit aller à trois Minutes & demi, & qui devroit être miſe en ligne de compte, ſi la Propagation de la Lumière ſe faiſoit ſucceſſivement.

2634. Jupiter décrit autour du Soleil une Ellipſe, dans un des Foyers de laquelle eſt le Centre du Soleil; nous avons vû ci-
* 625. deſſus quel point c'étoit que ce Foyer *. La plus grande Diſtance de Jupiter à l'égard du Soleil ſurpaſſe la plus petite Diſtance de ces deux Aſtres d'une quantité égale à la moitié de SA, Diſtance qu'il y a entre le Soleil & la Terre; & c'eſt préciſément de cette quantité, que, à cauſe de la Figure Elliptique de l'Orbite de Jupiter, la Diſtance entre cette Planète & la Terre peut être augmentée; car dès que SI croit, la Diſtance entre Jupiter & la Terre croit auſſi, dans quelque endroit de ſon Orbite que cette derniére ſe trouve; & c'eſt à proportion de cette Augmentation que l'Eclipſe ſeroit retar-
* 2629. dée, ſi le raiſonnement de Roëmer avoit lieu *.

2635. Pour ce qui eſt de Maraldi, il donne quelques Obſervations, qui s'accordent, à peu de choſe près, avec les Calculs, & qui s'en écarteroient ſenſiblement, ſi l'on faiſoit attenten-

tention à l'augmentation de la Diſtance de Jupiter. D'où il conclut, que la troiſième Equation, dont nous venons de parler en dernier lieu, ne doit pas être admiſe dans les Tables, & qu'il faut rejetter le Sentiment de Roëmer.

Ce Sentiment a trouvé néanmoins un ſecond defenſeur en Angleterre. 2636.

J. Pound, qui a fait un grand nombre d'Obſervations exactes ſur Jupiter & ſur d'autres Corps Celeſtes, ayant remarqué que pluſieurs Obſervations prouvoient, que le premier Satellite achève ſes revolutions tant ſoit peu plus vite, qu'il ne devroit ſuivant les Tables de Caſſini, ſongea à corriger ces Tables, dont l'Erreur étoit néanmoins ſi petite, qu'on n'a pu s'en appercevoir qu'au bout de pluſieurs Années.

Cet Aſtronome aſſure avoir trouvé par des Obſervations continuées durant pluſieurs Années, que la ſeconde inégalité, eſt la même dans tous les Satellites; & ayant corrigé les Tables de Caſſini pour le premier Satellite, ajoute la troiſième Equation, omiſe par Caſſini, indiquée par Halley, & rejettée par Maraldi *. On ne doit pas trouver étrange, que de ſi habiles Aſtronomes ne ſoient pas d'accord entr'eux; il s'agit, comme on l'a déja remarqué, d'une choſe difficile, & qu'on ne ſçauroit déduire immédiatement des Obſervations *: ainſi on a pu facilement attribuer à une cauſe ce qui auroit dû être attribué à une autre, & l'on ne pouvoit découvrir l'erreur qu'en comparant enſemble des Obſervations faites dans des Tems éloignez les uns des autres; ce n'étoit qu'au bout de quelque tems qu'on pouvoit lever toutes ces difficultez, & il reſtoit toujours ſur ce ſujet quelque obſcurité, qui a été enfin diſſipée par l'Aſtronome cité en dernier lieu. Cette même obſcurité a fait inferer à Roëmer de ſes premières Obſervations, que la ſeconde Equation pouvoit aller à vingt & deux Minutes, au lieu qu'elle ne va tout au plus qu'à quatorze Minutes dans les Tables de Caſſini. 2637. * 2635. * 2632.

En attribuant la ſeconde Equation au Mouvement de la Lumière, elle viendra du Soleil juſqu'à nous dans l'Eſpace de ſept Minutes. 2638.

Ce n'eſt pas uniquement des Obſervations faites ſur les Satellites de Jupiter, qu'on déduit la Viteſſe de la Lumière. Depuis quelques Années, Bradley, Profeſſeur en Aſtrono- 2639.

mie à Oxford, a démontré le Mouvement de la Lumière, par des Obſervations ſur des Etoiles fixes: travail, qu'il entreprit d'abord de concert avec Molineux, & qu'il continua enſuite ſeul, ce dernier étant venu à mourir. Ainſi Bradley doit auſſi être regardé comme un des Defenſeurs du Mouvement Progreſſif de la Lumiere, à laquelle il attribue une Viteſſe peu différente de celle qui a été indiquée *.

* 2638.

Pour bien comprendre la force de l'Argument, ſur lequel Bradley ſe fonde, il faut faire attention aux Conſiderations ſuivantes.

2640. Les Etoiles fixes ſont des Corps Lumineux, en repos relativement à notre Syſtème Planétaire, dont ils ſont très éloignez. Dans ce Syſteme notre Terre occupe une place parmi les Planètes, & ſe meut autour du Soleil, qui eſt en repos, comme il a été dit ci-deſſus *.

* 2623.

TAB. LXXXV. Fig. 2. Concevons que le Soleil ſoit en S; que le Cercle A B C D repreſente le Chemin de notre Terre autour de cet Aſtre; & que ce Chemin ſoit dans un Plan, qui paſſe par le Centre du Soleil, & qu'on nomme le Plan de l'Ecliptique. Concevons de plus que de ce Centre ſoit élevée ſur ce Plan une Perpendiculaire S P, qui paſſe par quelque Etoile fixe. Il ne s'agit pas de ſçavoir s'il ſe rencontre réellement quelque Etoile dans cette Perpendiculaire, ou non; nous raiſonnerons comme ſi la choſe étoit ainſi, & cela ſuffira pour ce que nous avons à prouver.

2641. Si le Spectateur étoit en S, il verroit l'Etoile dans la Perpendiculaire même; mais s'il parcourt le Cercle A B C D, & que le Diamètre de ce Cercle ait une raiſon ſenſible, quoique petite, à la Diſtance de l'Etoile, cette dernière paroitra changer de ſituation dans le Ciel. Le Spectateur en A verroit l'Etoile par la Ligne A P *a*; en C par la Ligne C P *c*; & de même dans les autres Points de l'Orbite de la Terre; ainſi l'Etoile ſembleroit parcourir dans le Ciel un petit Cercle, que nous repreſentons en *a b c d*.

2642. Si la diſtance de l'Etoile fixe étoit ſi grande, que relativement à cette diſtance, le Diamètre A C de l'Orbite de la Terre pût être conſideré comme un Point, comme en ce cas le petit Cercle *a b c d* n'auroit plus de Grandeur ſenſible, toutes les Lignes, menées des Points de l'Orbite à l'Etoile, pourroient

roient être conſiderées comme Perpendiculaires au Plan de l'Ecliptique, & répondroient, à une différence imperceptible près, au même point du Ciel, que la Perpendiculaire en S; ainſi, en cas que la Lumière parvint à nos yeux dans un inſtant, comme nous l'avons ſuppoſé dans le raiſonnement précédent *, nous verrions toujours l'Etoile dans le Point en queſtion. * 2641.

Mais ſi dans le cas du prodigieux éloignement de l'Etoile, nous concevons que la Propagation de la Lumière ſe fait avec une certaine Viteſſe, le Spectateur, dans le Tems que la Terre parcourt ſon Orbite, verra l'Etoile ſuivant une direction oblique au Plan de l'Orbite, à cauſe du Mouvement compoſé, qui reſulte du Mouvement de la Lumière, & du Mouvement du Spectateur. 2643.

Suppoſons que la Lumière parcoure la Ligne EG, faiſant un Angle quelconque avec la Ligne FG, dans laquelle le Spectateur, que nous concevons en F, eſt tranſporté; ſoit la Viteſſe du Spectateur à celle de la Lumière, comme FG à EG. Pendant que le Spectateur parcourt FG, la Lumière parcourt EG; & la Particule de Lumière, qui eſt en E, quand le Spectateur eſt en F, entre dans l'oeil, quand le Spectateur arrive en G: la direction de la Lumière par rapport à l'oeil faiſant avec la Ligne FG l'Angle EFG. Car ſi nous concevons la Ligne FE tranſportée d'un Mouvement Parallèle avec l'oeil; afin que pendant que l'oeil ſe meut, elle ſoit en repos à ſon égard, la Lumière entrera dans l'oeil le long de cette Ligne; car lorſque l'oeil ſera en *f*, Point du milieu entre F & G, la Ligne tranſportée coupera EG au point du milieu *g*, où la Particule de Lumière ſe trouve alors, & qui eſt auſſi le Point du milieu de la Ligne tranſportée *fe*; donc la Particule de Lumière, qui étoit en E, au bout de la Ligne EF, eſt arrivée à l'oeil par *eg*, & ſuivant la direction de cette Ligne. 2644. TAB. LXXXV. Fig. 3. 4.

Soit à preſent l'Angle EGF droit, & EG à FG comme la Viteſſe de la Lumière à la Viteſſe de la Terre dans ſon Orbite; en ce cas EFG ſera l'Angle, que fait la direction ſuivant laquelle la Lumière entre dans l'oeil, avec le Plan, dans lequel la Terre ſe meut autour du Soleil. 2645. Fig. 3.

Si la Terre eſt en B, elle ſe meut ſuivant la direction d'une tan- 2646. TAB LXXXV. Fig. 5.

tangente à ſon Orbite dans ce Point; c'eſt-à-dire, ſi l'on rapporte le Spectateur au Point S*, la direction du Mouvement de la Terre ſera ſuivant SC; &, en faiſant l'Angle *a*SC égal à l'Angle EGF de la *Fig.* 3. la Ligne S*a* ſera celle par laquelle le Spectateur verra l'Etoile. De même quand la Terre ſera en D, le Spectateur, rapporté à S, verra l'Etoile par S*c*, ſuppoſant les Angles PS*c* & PS*a* égaux; & la Ligne S*a* ou S*c*, par ſa revolution autour de PS, décrira un Cone, dont la baſe ſera le Cercle que l'Etoile décrira dans le Ciel par ſon Mouvement apparent, pendant l'eſpace d'un An. Suppoſons que ce Cercle ſoit auſſi repreſenté par les lettres *abcd*, qui ſont diſpoſées préciſement comme dans la *Fig.* 2.

* 2642.

2647. Si l'Etoile n'étoit pas dans PS, Perpendiculaire au Plan de l'Ecliptique, mais que cette Ligne PS fut oblique à ce Plan, les Lignes, qui détermineroient le Mouvement apparent de l'Etoile dans les Cieux, traceroient des Cones, comme dans les cas déja mentionez *; mais ces Cones ſeroient obliques, & dans l'un & l'autre cas le Chemin apparent de l'Etoile dans les Cieux, ſe détermineroit par ce qui vient d'être dit; ce Chemin ſeroit une Ellipſe, dont le grand Axe * ſeroit égal au Diamètre du Cercle *abcd*, *Fig.* 2, ou 5; deſorte que, l'Ellipſe étant donnée, le Cercle, que décriroit l'Etoile, ſi elle étoit dans la Perpendiculaire au Plan de l'Ecliptique, ſeroit donné auſſi.

TAB. LXXXV. Fig. 6. 7.

* 2641. 2646.

* 625.

2648. Ce n'eſt que par des Obſervations, qu'on peut ſçavoir ſi les Etoiles décrivent de ſemblables Ellipſes; & ces Obſervations ont bien des difficultez, que Bradley cependant a toutes ſurmontées à force de travail & par une Induſtrie incomparable.

2649. Ce Mouvement Elliptique, dont il s'agit ne ſçauroit être déterminé immédiatement. Il faut meſurer en différens Tems de l'Année la diſtance de l'Etoile au Pole du Monde; & c'eſt par les diverſes diſtances qu'il faut, à l'aide du Calcul, déterminer le Mouvement Elliptique, en faiſant attention au Mouvement du Pole même, dans le Tems, qui s'eſt écoulé entre les Obſervations; car le Pole ſe meut dans un petit Cercle, dont il parcourt un Degré en ſoixante & dix Ans.

2650. Bradley a obſervé, avec toutes les précautions néceſſaires, pluſieurs Etoiles en divers Tems de l'Année. Il trouva bientôt

tôt que leurs distances à l'égard du Pole du Monde varioient; & remarqua que cette variation ne pouvoit pas être attribuée à la nutation du Pole; car ayant examiné deux Etoiles, également éloignées du Pole, mais opposées l'une à l'autre de façon, que l'une auroit dû s'approcher du Pole, autant que l'autre s'en seroit éloignée, si le Pole même avoit changé de place, il a trouvé, en faisant abstraction du petit Mouvement circulaire du Pole, que le changement de situation d'une Etoile étoit double de celui de l'autre.

A force d'Observations cet habile Astronome en est venu enfin à cette conclusion, que les Etoiles s'éloignent du Pole du Monde & s'en rapprochent, dans des Tems reglez, suivant la Loi, que requiert le Mouvement Elliptique, dont il a été parlé *: & cela dans des Courbes, dont on peut déduire pour toutes les Etoiles un Mouvement dans le même petit Cercle, comme *abcd*, quand on suppose les Etoiles dans la Perpendiculaire élevée sur le Plan de l'Ecliptique en S *; & que le Diamètre du petit Cercle pour toutes les Etoiles est de $4^{\circ}\frac{1}{2}$. 2651. * 2647. Fig. 4. 5. * 2647.

Ce que nous venons de dire peut servir à décider, à quelle des deux causes indiquées ci-dessus *, doit être attribué le Mouvement de l'Etoile. Car si la première cause avoit lieu, l'Etoile iroit de *a* en *c*, dans le tems que la Terre employeroit à parcourir la partie A B C de son Orbite *; mais c'est ce qui est démenti par les Observations, & par cela même la première cause ne sçauroit avoir lieu. Ce changement dans la situation de l'Etoile arrive suivant les Observations, pendant que la Terre parcourt la partie B C D de son Orbite, comme l'exige la seconde Cause *. 2652. * 2641. 2646. Fig. 2. * 2641. Fig. 5. * 2646.

Si les deux Causes avoient lieu à la fois, l'Arc parcouru par la Terre, ne seroit ni A B C ni B C D; & le concours de ces deux causes ne s'accorde pas non plus avec les Observations; à moins qu'on ne veuille donner à la prémière Cause quelque chose d'assez petit, pour ne pouvoir pas même être apperçu par l'Observateur le plus exact. De tout ce qu'on vient de dire nous déduisons les Conclusions suivantes. 2653.

1. Que la seconde Cause a seule lieu ici; & que la Distance des Etoiles est si grande, que le Diamètre de l'Orbite 2654.

* 2642. de la Terre n'a avec cette distance aucune raison sensible *.

2655. 2. Que l'Angle FEG, dans le Triangle, dont il a été fait
Fig. 3. mention ci-dessus *, est de $20''\frac{1}{4}$; & par conséquent, qu'il y
* 2645. a entre EG & FG, c'est-à-dire, entre la Vitesse de la Lumière, & la Vitesse de la Terre, parcourant son Orbite, la raison de 10210 à 1. D'où il suivroit que la Lumière vient du Soleil à nous en huit minutes & demie.

2656. 3. Que la Lumière vient avec cette même Vitesse de toutes les Etoiles fixes, puisque nous les voyons toutes sous le même Angle FEG. D'où il suit (en supposant qu'il y a de la différence entre les distances des Etoiles à notre égard, ce qui est très apparent) que le Mouvement de la Lumière, dans le Tems qu'elle traverse des espaces immenses pour venir à notre Atmosphère, est uniforme.

2657. Cependant il est bon de remarquer, que les différences, quand elles sont d'une extrême petitesse, deviennent imperceptibles; & tout le Monde avouera, qu'avec quelque soin qu'on mesure un petit Angle, on peut se tromper d'une seconde; ainsi, quoique nous ayons rejetté la première Cause *, nous
* 2652. ne voulons pas nier, qu'elle ne puisse faire décrire aux Etoiles un petit Cercle, dont le Diametre vaut $1''$, ou tant soit peu davantage.

2658. Nous avons examiné dans ce Chapitre distinctement & avec soin ce qui concerne la Vitesse de la Lumière; à cause que tout ce qui sera demontré dans la suite a pour Fondement, que la Propagation de la Lumière se fait successivement, & que quand la Lumière passe d'un Corps dans un autre, son Mouvement peut être accéleré, & retardé.

CHAPITRE II.

De la manière de diriger les Rayons du Soleil.

2659. APrès avoir traité du Mouvement des Rayons, nous allons rechercher leurs Propriétez, pour en déduire l'Explication des Phénomènes. Dans cette vue il faudra examiner les Rayons du Soleil; mais cet Examen a deux difficultez, qui sont,

ſont, 1. l'Obliquité des Rayons; & 2. le Mouvement continuel du Soleil. C'eſt à indiquer les moyens de remedier à ces inconveniens que je deſtine ce Chapitre.

L'Obliquité des Rayons eſt cauſe que quelques Expériences ne peuvent ſe faire qu'à certaines Heures; & d'autres jamais, quoique dans des lieux d'ailleurs commodes, & expoſez aux Rayons du Soleil une grande partie du jour. Le Mouvement du Soleil fait varier continuellement la Direction des Rayons, enſorte qu'il faut changer à chaque inſtant la ſituation des Machines dont on ſe ſert pour faire les Expériences.

La Machine ſuivante remedie à l'un & à l'autre inconvenient.

Heliostate
ou Machine pour fixer les Rayons du Soleil.

2660. Cette Machine conſiſte en deux parties principales, dont chacune eſt compoſée de pluſieurs Pieces. La première eſt un Miroir Plan de Métal, avec ſon pied; & la ſeconde une Horloge, pour diriger le Miroir. TAB. LXXXIII.

2661. Je me ſers d'un Miroir de Métal, à cauſe qu'un Miroir de Verre donne une double Reflexion. La grandeur ni la figure du Miroir ne font rien à l'affaire; le mien a la figure d'un rectangle, long de quatre Pouces & large de trois, & eſt enchaſſé dans un Cadre de bois.

2662. Pour que le Miroir ſoit ſoutenu, ſans que ſon Mouvement ſoit embarraſſé, il faut appliquer par derriére au Cadre la Lame de cuivre *aa*, coudée à ſes deux bouts, pour s'attacher aux côtez du Cadre.

2663. Ce Miroir S eſt ſuſpendu dans le Chaſſis A A, par le moyen de deux petites Vis, qui paſſent par des trous pratiquez aux deux bouts du Chaſſis; les bouts *a*, *a*, de la Lame, ſont traverſez par ces mêmes Vis, qui ſont cylindriques dans les endroits, qui répondent aux trous du Chaſſis, afin que le Miroir puiſſe tourner librement autour d'un Axe, qui, s'il devenoit ſenſible, paſſeroit le long de la Surface du Miroir.

2664. Le Chaſſis eſt joint au Cylindre C, dont l'Axe, étant continué, paſſeroit par le Point du milieu de l'Axe, ſur lequel tourne le Miroir.

2665. Au même Point répond la Queüe D E, qui eſt attachée par derriére au Miroir perpendiculairement. Cette Queüe, qui eſt

eſt cylindrique, conſiſte en une Verge de cuivre, droite, ferme, & dont le Diamètre peut aller à un ſixième de Pouce.

2666. On poſe le Cylindre C ſur le Pied de bois P, dont la partie ſupérieure eſt repreſentée à part; la Cheville de fer poli *e*, entre dans une cavité du Cylindre C, qui eſt de cuivre. Par ce moyen, ce Cylindre tourne ſi librement autour de ſon Axe, que le moindre mouvement de la Queüe DE ſuffit pour changer la ſituation du Miroir.

2667. On hauſſe & on baiſſe ce Miroir à l'aide de trois Vis de cuivre B, B, B, qu'on tourne avec une Clé, & qui traverſent une Lame, auſſi de cuivre, appliquée pour cet effet à la baſe du Pied, & qui déborde en trois endroits pour recevoir ces Vis.

2668. Quand il eſt néceſſaire de hauſſer le Miroir davantage que les Vis ne le permettent commodément, il faut mettre le Miroir avec ſon Pied ſur un petit Eſcabeau, qu'il eſt bon d'avoir à la main en cas de beſoin.

2669. La ſeconde partie de la Machine eſt, comme il a été dit, une Horloge, repreſentée en H, & dont l'Aiguille fait ſon tour en vingt & quatre Heures.

2670. L'Inclinaiſon du Plan de cette Horloge à l'Horizon doit être égale à celle de l'Equateur dans le lieu, ou l'on ſe ſert de la Machine. Ici à Leide cette inclinaiſon eſt de 37°. 49.

2671. Cependant on peut ſe ſervir de la même Machine dans d'autres Endroits, qui différent de ce lieu en latitude, d'un ou
* 2675. de deux Degrez comme nous le verrons *.

2672. L'Horloge eſt ſoutenue par la Colomne de cuivre F G, qui eſt compoſée de deux parties, jointes par le moyen des Vis *d*, *d*, & entre leſquelles, comme dans une gaine, ſe meut une Lame de fer, au milieu de laquelle il y a une fente, que traverſent ces mêmes Vis *d d*. Cette Lame eſt fortement attachée à la Plaque inférieure de l'Horloge, qu'on peut hauſſer & baiſſer par ce moyen, & qu'on aſſujettit par les Vis *d*, *d*. On peut encore l'élever davantage, à l'aide des Vis I, I, I, qui paſſent par le Pied de cuivre L L M, ſur lequel on poſe la Colomne F G.

2673. Les bouts L, L, de ce Pied ſont terminez de façon, que *b c* & *c b* ne forment qu'une ſeule Ligne droite, qui doit être tel-

telle, qu'un Plan, qui lui ſeroit vertical, ſeroit auſſi perpendiculaire aux Lignes Horizontales, qu'on peut mener dans le Plan de l'Horloge, telles que *f g h i*.

La Machine eſt conſtruite de manière, que le Plan de l'Horloge a l'inclinaiſon indiquée ci-deſſus *, lorſque le Plan L L M eſt Horizontal: ſituation qu'on peut lui donner ſans peine par le moyen des Vis I, I, I, & du Plomb Q, dont la Pointe doit répondre au Point *o*, marqué dans la Superficie L L M. 2674. * 2670.

Si l'on vouloit ſe ſervir de la Machine dans quelque autre lieu, dont la Latitude ſeroit différente de celle du lieu, pour lequel la Machine auroit été conſtruite *, il faudroit marquer un autre Point que le Point *o*, & en ce cas le Plan L L M ſeroit incliné à l'Horizon. 2675. * 2671.

L'Aiſſieu de la Roüe, qui fait tourner l'Indice, eſt aſſez épais, & eſt percé d'une Cavité cylindrique, mais approchant de la Figure Conique; car elle ſe retrecit un peu vers le bas. 2676.

L'Indice, qui eſt de cuivre, eſt repreſenté en O N; ſa Queüe *p q* remplit exactement la Cavité, dont je viens de parler, & on a ſoin de l'y bien faire tenir, afin que la Roüe faſſe par ſon Mouvement tourner l'Indice; dont on peut cependant changer la ſituation, pour le mettre ſur l'Heure qu'on veut. 2677.

La Queüe *p q* eſt auſſi percée d'un trou cylindrique, par lequel paſſe le Fil de cuivre *l k*, qui reſte dans la ſituation, où on le mêt, ſoit qu'on le hauſſe, ou qu'on le baiſſe. 2678.

Au bout O de l'Indice eſt adapté le petit Cylindre *n*, percé cylindriquement. 2679.

La longueur de l'Indice ſe meſure ſur une Ligne perpendiculaire à *l k*, & menée de l'Axe du Cylindre *n* juſqu'à l'Axe du Fil *l k*. Cette longueur eſt de ſix Pouces dans cette Machine. 2680.

La Queüe de fer *t* de la Fourchette T pénétre dans la Cavité du Cylindre *n*, remplit exactement cette Cavité, & y tourne cependant librement. 2681.

On peut ſuſpendre, entre les Bras de la Fourchette T à différentes hauteurs, le petit Tuyau R, dans lequel la Queüe D E * du Miroir eſt mobile, quoiqu'elle le rempliſſe exactement. Ce Tuyau doit être ſuſpendu de la même manière que le Miroir *. Les petites Vis *r*, *r*, paſſent par les Bras 2682. * 2665. * 2663.

de la Fourchette, & leurs bouts pénétrent & tiennent dans les Orillons *m*, *m*, du Tuyau: alors ce Tuyau tourne librement autour de l'Axe, qui paſſe par *m m*; car les parties des petites Vis, qui répondent aux trous pratiquez dans les Bras de la Fourchette, ſont cylindriques.

2683. Quand il s'agit de dreſſer la Machine; il faut employer une autre Piece, que j'appellerai *le Poſeur*.

2684. J'ôte du Pied P le Cylindre C avec le Miroir, & je mêts à la place la Colomne de cuivre V X, qui tient mieux en *e* que le Cylindre C, afin que la Colomne garde ſa ſituation, dans le tems qu'on dreſſe la Machine.

2685. Au bout ſupérieur de la Colomne en X tourne, comme autour d'un Centre, la Règle Y Z, de manière à pouvoir être inclinée à l'Horizon, autant qu'on veut, en gardant la ſituation qu'on lui donne. La Hauteur de la Colomne V X doit être telle, que ce Centre de Mouvement, qui eſt à ſon Sommet X, ſe trouve dans le même Point, où eſt le Point de la Superficie du Miroir, auquel répond l'Axe de la Queüe de ce même Miroir *, quand on le place avec le Cylindre C ſur le Pied P. La longueur du Bras Y X eſt arbitraire; au lieu que celle du Bras X Z, dont la conſtruction a d'ailleurs quelque choſe de particulier, eſt determinée.

* 2665.

2686. On applique à la Regle Y Z, qui ne s'étend pas au delà de *y*, deux autres Règles, comme *x* Z, entre leſquelles on renferme la première: ces deux Règles ſont jointes en Z, & tiennent outre cela enſemble par le moyen de deux Vis *z*, *z*, qui paſſent par une fente pratiquée dans la première Règle. Sur cette même Règle eſt tracée la petite Ligne *v s*, dont la longueur vaut neuf centièmes de la longueur de l'Indice *. Je marquerai dans l'inſtant de quelle manière cette Ligne doit être diviſée.

* 2680.

2687. Le Bras X Z eſt de même longueur que l'Indice *, ſi on le meſure depuis le centre du Mouvement en X juſqu'au bout Z, quand le bout *x* de la Règle extérieure répond à *v*, où commencent les diviſions de la petite Ligne *v s*.

* 2680.

2688. Les diviſions cette Ligne ſont inégales, & determinent la longueur du Bras pour divers Tems de l'Année, en appliquant *x* à la diviſion, qui répond au jour, où l'on ſe ſert de la Machine.

Pour

Pour marquer les divisions, dont il s'agit, il faut concevoir la Longueur du Bras * divisée en mille parties égales, c'est-à-dire, *v s* en quatre-vingt-dix Parties; les distances entre les divisions & le Point *v* sont indiquées dans la Table suivante. 2689. * 2680.

21. *Mar.*	1. *Mar.*	21. *Fe.*	11. *Fe.*	1. *Fe.*	21. *Ja.*	11. *Ja.*	21. *De.*	2690.
0.	8.	17.	32.	47.	64.	77.	90.	
21. *Sept.*	11. *Oct.*	21. *Oct.*	1. *No.*	11. *No.*	21. *No.*	1. *De.*	21. *De.*	

Sur le coté opposé de la Règle est aussi tracée une petite Ligne, qui répond avec la derniére précision à *v s*, & dont les divisions sont marquées dans la Table que voici.

21. *Mar.*	11. *Av.*	21. *Av.*	1. *Mai.*	11. *Mai.*	21. *Mai.*	1. *Juin.*	21. *Juin.*	2691.
0.	11.	22.	36.	51.	66.	79.	90.	
21. *Sept.*	1. *Sept.*	21. *Ao.*	11. *Ao.*	1. *Ao.*	21. *Juil.*	11. *Juil.*	21. *Juin.*	

Tout étant ainsi preparé, il faut, pour dresser la Machine, la mettre sur un Plan, qui soit ou horizontal, ou à peu près tel. 2692.

D'abord je joins le Poseur * au Pied P *, que je hausse autant qu'il est nécessaire * pour que la Règle Y Z, réduite à la longueur * requise, & qu'on peut tourner & incliner à volonté, convienne à tous égards, c'est-à-dire, pour le lieu & pour la Direction, avec le Rayon Solaire, que je veux fixer. 2693. * 2683. * 2684. * 2667. 2668. * 2688.

Je dispose ensuite l'autre partie de la Machine de telle sorte, que les Lignes *b c*, *b c*, répondent à la Ligne Méridienne, tracée d'avance sur le Plan, qui soutient la Machine *, & par le moyen des Vis I, I, I, je fais ensorte que le Plomb Q réponde au Point *o* *. 2694. * 2692. * 2674.

Je tourne l'Indice NO *, de façon que les Rayons du Soleil passent directement, par le petit Tuyau R *, qu'on peut tourner & incliner comme on veut. Je hausse alors, ou j'abaisse le Fil d'Archal *l k* *, autant qu'il est nécessaire pour que l'Ombre du bout *l* passe par le milieu du Tuyau. 2695. * 2677. * 2682. * 2678.

J'approche toute cette partie du Poseur placé comme il a été dit *. Je hausse ensuite l'Horloge jusqu'à ce que le bout *l* du Fil d'Archal *l k* réponde au bout Z de la Règle Y Z. 2696. * 2693.

Il importe de prendre toujours garde que le Plomb Q réponde constamment au Point *o*; & il faut avoir soin aussi, après avoir fait changer de place à l'Horloge, que les Rayons du Soleil & l'Ombre du Point *l*, traversent, comme auparavant,

vant, le Tuyau R, de peur de déranger la ſituation de la Machine, relativement au Meridien.

2697. J'ôte la Colomne V X avec la Règle Y Z, & laiſſant le Pied P dans ſa ſituation, j'y adapte le Cylindre C, garni de ſon Miroir. J'ôte auſſi la Fourchette T de ſa place, pour faire paſſer la Queüe D E du Miroir par le petit Tuyau R. Je remets enſuite la Fourchette en ſon lieu & tout ſe trouve prêt.

2698. Les Rayons reflechis par la partie du milieu du Miroir, auxquels tous les autres refléchis par le Miroir ſont parallèles, répondent alors, tant par rapport au lieu, que par rapport à la Direction, à la ſituation, qu'avoit la Règle du Poſeur; & dans le tems que par le Mouvement de l'Horloge, dont l'Indice ſuit le Soleil, la Queüe du Miroir ſe meut, la ſituation du Miroir change par rapport au Soleil; mais le Rayon, refléchi par le point du milieu du Miroir, reſte fixe.

2699. Si l'on ôte l'Indice N O, & qu'on ſubſtitue à la place l'Aiguille K, la Machine pourra ſervir d'Horloge ordinaire.

2700. C'eſt dans un lieu obſcur qu'il faut faire les Expériences touchant la Lumière. Pour cet effet la Machine doit être enfermée dans une Caiſſe, quand on veut s'en ſervir.

Caisse,

Où l'on enferme l'Hélioſtate.

2701. TAB. LXXXIV. Cette Caiſſe eſt repréſentée en A; elle a des Pieds garnis de Roulettes, pour qu'on puiſſe la mouvoir plus facilement; & eſt ouverte d'un coté, pour qu'en l'ajuſtant à une Fenètre, les Rayons du Soleil puiſſent, ſans obſtacle, donner ſur le Miroir.

2702. La Caiſſe en queſtion déborde de tous cotez au delà de l'ouverture de la Fenètre, & des bandes de Drap, attachées tout autour de la Caiſſe, & appliquées contre la Muraille, empèchent l'entrée de la Lumière dans la Chambre. Pour cet effet on place la Caiſſe le plus près qu'on peut de la Muraille, & l'on tourne les Vis C, C, qui tiennent aux Pieds de devant, juſqu'à ce qu'elles touchent à Terre.

2703. La Porte de la Caiſſe eſt vis à vis de la Fenètre, dans la Machine, dont je me ſers; rien n'empêche qu'on ne puiſſe la diſpoſer autrement. Les Rayons reflechis paſſent par le coté B, que j'ai choiſi à cauſe de la diſpoſition de la Chambre,

bre, où je fais des Expériences ſur la Lumière. Ce Coté a deux ouvertures larges de trois Pouces, & d'environ dixhuit Pouces de hauteur, dont une eſt repréſentée ouverte en DE.

Ces Ouvertures ſe ferment en dehors, par des Planchettes, mobiles entre deux Couliſſes. Chaque Planchette ſert pour les deux Ouvertures, afin qu'on puiſſe les employer indiſtinctément. L'une de ces deux F a trois Pieds de long, & au milieu une Ouverture *ab*, longue de cinq Pouces, & large de deux. 2704.

On applique à cette ouverture la Plaque de Cuivre GH, garnie des deux trous *c*, & *d*; le Diamètre du premier eſt de deux tiers de Pouce, & celui du ſecond plus petit. Pour boucher ces trous, on ſe ſert des Plaques I & K, qui ſont appliquées à GH, & mobiles autour des Centres *i* & *k*. Par ce même moyen, on peut varier la grandeur des trous, comme cela eſt repréſenté dans la Figure. 2705.

La Planchette F a par derriére un creux, deſtiné à recevoir l'Objectif d'un Teleſcope de ſeize, de vingt, ou de vingt & cinq Pieds, ſuivant la grandeur de l'Endroit, où ſe font les Expériences; le Centre du Verre doit répondre au Centre du trou *c*. 2706.

La même Planchette F eſt aſſez longue, pour que les trous de la Plaque puiſſent répondre à quelque endroit que ce ſoit de l'Ouverture de la Caiſſe: le reſte de cette Ouverture demeurant fermé. A l'égard de la ſeconde Planchette, elle eſt plus courte; car il ſuffit qu'elle puiſſe ſervir à fermer l'Ouverture. Les Vis M, M, ſervent à fixer les Planchettes. 2707.

J'ai expliqué la manière dont la Caiſſe doit être appliquée à la Fenètre *; cependant cette manière ne ſçauroit être d'uſage, ſi l'on vouloit faire les Expériences à des Heures, où les Rayons du Soleil entrent dans la Fenètre fort obliquement; en ce cas, pour que les Rayons puiſſent arriver au Miroir, la Caiſſe ne doit répondre qu'à une partie de la Fenètre, & l'autre partie en doit être fermée, de maniére ou d'autre. Je me ſers d'un Rideau de Drap, replié autant de fois qu'il le faut, pour fermer toute entrée à la Lumière. 2708. * 2702.

SCHOLIE

Où l'on démontre les Effets de la Machine, qui vient d'être décrite.

2709. LA Démonſtration, que je vais donner, eſt fondée ſur le Mouvement diurne du Soleil; ainſi ceux, qui ignorent les Loix de ce Mouvement, peuvent paſſer ce Scholie, juſqu'à ce qu'ils ayent vû dans le Livre ſuivant, ce qui a rapport à cette Matière.

2710. TAB. LXXXV. Fig. 8. Soit S le point du milieu du Miroir; SA un Rayon refléchi, qui doit reſter dans cette ſituation, priſe à diſcretion; ſoit de plus BS un Rayon qui tombe ſur le Miroir, dans un moment quelconque. Je démontrerai, en traitant de la Reflexion de la Lumière, que ces deux Rayons ſont dans un Plan perpendiculaire à celui du Miroir, & qu'une Ligne perpendiculaire à ce dernier Plan en S, partage l'Angle BSA en deux parties égales. Prenant donc SA, SB, de même longueur, & menant BA, la perpendiculaire ſera SR, ſi l'on diviſe BA en deux parties égales *; & cette Perpendiculaire prolongée marque par S*r* la ſituation de la Queüe du Miroir *, dans le cas preſent.

*3. El. III. * 2665.

Si le Rayon d'incidence étoit CS, nous trouverions de la même manière, dans ce cas, la ſituation qu'il faut donner à la Queüe, en faiſant SC égale à SA, & en ménant AC; car ſi l'on diviſe cette dernière Ligne en deux parties égales en E, & qu'on tire ES*e*, S*e* déterminera la ſituation de la Queüe du Miroir. Pareillement, ſi l'on ſuppoſe que le Rayon incident ſoit DS, qu'on faſſe DS égale à SA, & qu'on diviſe DA en deux parties égales au point I, ſi l'on méne la Ligne IS*i*, la ſituation de la Queüe du Miroir ſera déſignée par S*i*.

Par la même Méthode, en changeant le Rayon incident à diſcretion, on trouve la ſituation, qu'il faut donner au Miroir, pour que le Rayon refléchi reſte fixe.

2711. Le Soleil décrit par ſon Mouvement diurne l'Equateur, ou un Cercle parallèle à l'Equateur; Ce dernier cas eſt celui que nous ſuppoſons.

En menant des Lignes de tous les points de ce Cercle juſqu'au centre de la Terre, ces Lignes formeront la Superficie d'un Cone droit, qui change tous les jours. Conſiderons un de ces Cones, pris au hazard.

2712. A cauſe de l'éloignément prodigieux du Soleil, tout point ſur la Superficie de la Terre peut être pris pour le centre; comme cela ſe fait en Gnomonique.

2713. Soit donc le centre de la Terre S; les Rayons SB, SC, SD, avec tous les autres qui ſont entre deux, formeront un Cone droit; ſi l'on prolonge tous ces Rayons, & qu'on faſſe S*b*, S*c*, S*d*, égaux entr'eux, & aux premiers, & par cela même à SA, les points *b*, *c*, *d*, ſeront dans la Circonference d'un Cercle, dont le Plan eſt parallèle au Plan de l'Equateur.

Si

Si l'on prolonge AS juſqu'en *a*, qu'on faſſe S*a* égale à AS, & qu'on méne les Lignes *da*, *ca*, *ba*, la Ligne *da* ſera parallèle & égale à AD; à cauſe des Triangles ASD, & *a S d* *; & la Ligne IS coupera, étant prolongée, la Ligne *ad* au point du milieu *i*. Les Lignes *ca*, *ba*, ſont diviſées de même en parties égales aux Points *e* & *r*. 2714. *4.15.El.I.

Les Lignes *da*, *ca*, *ba*, forment avec les autres Lignes, qui ſont menées des points de la circonference *dcb* au point *a*, la Superficie d'un Cone oblique. Si l'on fait paſſer par ce Cone un Plan, parallèle à ſa baſe, la Section ſera un Cercle: que ſi la Section paſſe par un des Points, comme *i*, *e*, ou *r*, elle paſſera par tous ces Points, qui ſeront tous, avec une infinité d'autres ſemblables, dans la circonference d'un Cercle, dont le Plan eſt auſſi parallèle à celui de l'Equateur. 2715.

Soit S*a* diviſée en deux parties égales en *l*, & ſoient menées les Lignes *il*, *el*, *rl*; ces Lignes ſeront parallèles aux Lignes correſpondantes, qui paſſeront par S; *rl* ſera parallèle à *b* SB, les deux cotez S*a* & *ba* du Triangle S*ba* étant coupez en deux parties égales en *l* & en *r*. 2716.

De même *el* eſt Parallèle à *c* SC, & *il* à *d* SD; & ainſi des autres. Outre cela, puiſque *b* S eſt égale à S*a* *, *rl* ſera égale à *la*, ou *l* S. * 2714.

Quand la direction des Rayons du Soleil eſt marquée par BS, ou *lr*, qui ſont parallèles *, le point S refléchit le Rayon par SA, lorſque la Queüe du Miroir paſſe par *r* *. Cette même Queüe doit paſſer par *e*, quand la direction des Rayons eſt *le*, parallèle à CS; mais ſi cette direction étoit déſignée par DS, parallèle à *li*, la Queüe coincideroit avec S*c*. En obſervant ceci par-tout, le Rayon reſléchi ſera toujours S A. 2717. * 2716. 2710.

Il ſuit de ce qui vient d'être dit, que le Rayon, reſléchi par SA, demeure fixe, quand la Queüe du Miroir concourt toujours dans un point de la circonference du Cercle *ier* avec un Rayon Solaire, qui paſſeroit par *l*. Or je vais démontrer, que c'eſt là l'effet de la Machine décrite ci-deſſus. 2718.

L'Indice de l'Horloge ſe meut avec le Soleil, & le Point du milieu du petit Tuyau R décrit un Cercle parallèle à l'Equateur; car ce Tuyau eſt ſuſpendu de façon, que quoiqu'on varie ſon inclinaiſon, ou qu'on tourne la Fourchette, qui le ſoutient *, ſon Point du milieu ne change pas. Le Cercle, que ce Point décrit, eſt le même que déſignent ici les Lettres *ier* dans la Figure. 2719. * 2681. 2682.

Il faut diſpoſer l'Indice de l'Horloge de telle manière, que, pendant qu'il ſe meut, le Rayon Solaire, qui paſſe par le Point *l* (PLANCHE LXXXIII.), qui eſt le même que le Point *l* de la Figure preſente, paſſe auſſi toujours par le point du milieu du Tuyau *: Point, que traverſe auſſi continuellement l'Axe du Cylindre, qui forme la Queüe de l'Horloge *; ainſi la Machine répondra parfaitement au but qu'on s'eſt propoſé dans ſa Conſtruction *, pourvû que le Centre du Miroir ſoit bien placé. * 2695. 2669. * 2697. * 2718.

Dans la Figure de la Machine & dans la Figure preſente, le Point *l* eſt déſigné par la même Lettre: S marquant dans cette dernière Figure le Point du milieu de la Surface du Miroir, lequel point reſte immobile, pendant le mouvement du Miroir. Il faut donc démontrer, que dans la Figure preſente- 2720.

te-

te *l* eſt ſitué relativement à S, comme *l* l'eſt dans la Figure de la Machine relativement au centre du Miroir.

Dans l'une & l'autre Figure ces Points ſe trouvent dans le Rayon refléchi
* 2693. continué*: la diſtance S*l*, dans la dernière Figure, eſt égale à quelle que
2697. ce ſoit des Lignes *le*, ou *li**; ces Lignes ſont avec le Plan du Cercle *ier*
2714. * 2716. un Angle égal à la Déclinaiſon du Soleil, & ſont, auſſi bien que S*l*, égales à la Secante de cet Angle, quand on employe un Cercle, dont e Rayon eſt égal au demi-Diamètre du Cercle *ier*; Ce demi-Diamètre répond à la lon-
* 2680. gueur de l'Indice *, & la Règle du Poſeur eſt diviſée de façon *, que la
2619. Longueur de la partie, qui meſure la diſtance entre le Centre du Miroir &
* 2690. 2691. le Point *l* *, vaille toujours, pour un Tems donné, la Secante de la Déclinaiſon du Soleil dans ce même Tems: le Rayon du Cercle, comme *ier*,
2688. étant ſuppoſé de même longeur que l'Indice, la diſtance entre *l* & le point du milieu du petit Tuyau eſt auſſi égale à cette même Secante; ce qui eſt
* 2695. une ſuite de la direction des Rayons du Soleil*. Ainſi toutes les parties de ces Figures répondent les unes aux autres, ce qui reſtoit à prouver.

2721. Quand le Soleil parcourt l'Equateur, le point *l* coincide avec le centre du Cercle *ier*. Mais quand cet Aſtre eſt dans les Signes Méridionaux, *l* ſe trouve au deſſous du Plan du Cercle *ier*; & c'eſt pour cela que les bras de
* 2682. la Fourchette *doivent être aſſez longs, afin de pouvoir en Hyver hauſſer le petit Tuyau que traverſe la Queüe du Miroir.

CHAPITRE III.

De l'Inflexion des Rayons de Lumière.

2722. * 2398. J'Ai dit que le Feu étoit attiré par les Corps *; c'eſt ce qui paroit manifeſtement dans les Rayons du Soleil, qui ſont détournez vers les Corps, quand ils paſſent à une
2723. petite diſtance d'eux: ce qui prouve que *les Rayons* ſont pouſſez vers les Corps avec une certaine Force, & *ſont* mê-
* 73. me *attirez par les Corps* *.

2724. Cette *Attraction* eſt ſoumiſe aux mêmes Loix, qui ont lieu à l'égard des petites Particules, dont les Corps ſont com-
* 75. poſez *. Elle *eſt très grande dans le point de contact*; en ce cas la Lumière ſe joint aux Particules des Corps, ce que
* 2397. nous avons obſervé avoir généralement lieu à l'égard du Feu *. Auſſi voyons nous tous les jours, que des Corps, éclairez des

des Rayons du Soleil, ne les refléchiſſent pas tous, ni ne les laiſſent pas toujours paſſer; mais que pluſieurs de ces Rayons ſe perdent dans les Corps, & leur communiquent de la Chaleur *. * 2421.

L'Attraction, dont il s'agit, *décroit tout à coup*, dès que les Rayons commencent à s'éloigner du Corps, qui les attiroit, & ne *s'étend* qu'*à une* petite *diſtance*, *qui* cependant *n'eſt pas tout-à-fait imperceptible: à une diſtance plus grande, elle ſe change en une Force repulſive, par laquelle les Rayons* ſont détournez & *s'écartent des Corps: Action, qui diminue auſſi, quand la diſtance entre les Rayons & le Corps augmente.* 2725. 2726.

En vertu de cette Loi les Rayons, qui paſſent à une petite diſtance de l'Angle, que font les Surfaces d'un Corps, ſont diverſement pliez. Soit C le Trenchant que forme un pareil Angle, que nous ſuppoſons aigu, pour rendre l'effet plus ſenſible. Quand un Rayon de Lumière, formé de pluſieurs Rayons parallèles, paſſe tout près du Trenchant, ces Rayons parallèles s'écartent les uns des autres, & celui qui paſſe le plus près du Trenchant, eſt attiré avec le plus de Force; AB eſt plié vers F. 2727. TAB. LXXXVI. Fig. 1.

A une diſtance un peu plus grande de C l'Effet diminue, & le Rayon HI paſſe ſans ſe détourner de ſa route. Quand la diſtance augmente encore, il y a une Repulſion, qui croit tout d'un coup, & qui décroit enſuite; car la Repulſion, lorſqu'elle a lieu, eſt plus forte à une plus petite diſtance, qu'à une diſtance plus grande. Un Rayon, comme DE, eſt plié vers G.

J'aurai ſoin de choiſir entre les Expériences, qui appartiennent à ce Sujet, celles dont on peut déduire le plus clairement les Propriétez de la Lumière, que j'ai indiquées.

Machine,
Pour faire des Expériences touchant l'Attraction & la Repulſion de la Lumière.

A la Plaque de cuivre ABE ſont appliquées les Couliſſes de même Métal BF, EG, entre leſquelles ſe meut la petite Lame d'Acier I, qu'on peut avancer & retirer par le moyen de la Vis C; une Lame toute pareille H eſt appliquée auſſi en ABE, & affermie par les petites Vis *n*, *o*. Ces Lames 2728. TAB. LXXXVI. Fig. 2.

ferment une Ouverture quarrée, dont chaque coté eſt d'un
2729. Demi-Pouce, & qui ſe trouve dans la Plaque ABE. Les Superficies des Lames I & H, qui touchent la Plaque, ſont unies ; & ces mêmes Lames ſont taillées en biſeau de façon que chacune d'elles a un Trenchant *ab*, qu'on peut ſeparer ou approcher l'un de l'autre à l'aide de la Vis C.

2730. Le trou, par lequel paſſe la Vis *n*, eſt aſſez grand pour laiſſer un peu de Jeu à la Lame H autour du centre *o*, & pour qu'il y ait moyen d'incliner un peu cette Lame vers l'autre; c'eſt dans cette ſituation qu'on l'affermit par le moyen de la même Vis *n*, & alors les deux Trenchans ne peuvent ſe toucher que dans un Point.

2731. On applique quelquefois la Lame H à la Superficie oppoſée de la Plaque ABE, dont l'épaiſſeur eſt d'environ un douzième de Pouce, & l'on ſe ſert pour l'affermir des mêmes Vis *n*, *o*, qu'on introduit dans les mêmes trous de la Plaque ABE. En ce cas, l'on renverſe la Lame H, pour que la même Superficie touche la Plaque de cuivre.

Les dimenſions de la Machine, telle que nous l'avons repreſentée, ſont réduites à la moitié.

2732. J'applique à la petite Planche T, qui n'a dans la Figure
TAB. LXXXVI. Fig. 3. que la ſixième partie de ſa grandeur, la Plaque ABE*, & je l'y attache à Vis. La Figure repréſente la Superficie oppoſée de la petite Planche, afin qu'on puiſſe voir l'ouverture
* 2728. L, haute d'un Pouce, & tant ſoit peu plus large, laquelle eſt fermée par la Plaque. La Planchette eſt garnie de deux Pieds pour mieux conſerver ſa Situation verticale.

2733. Pour faire commodement les Expériences ſuivantes, je me
* 2660. ſers de l'Hélioſtate*; cependant comme tous ceux qui voudront faire les mêmes Expériences, & en examiner toutes les Circonſtances, ne pourront pas ſe ſervir de cette Machine, ſoit parce qu'ils manquent d'Ouvriers pour la conſtruire, ou par quelque autre cauſe, je dirai comment il faut s'y prendre pour pouvoir s'en paſſer. J'en agirai de même dans la ſuite; & quand il y aura quelque choſe de particulier à obſerver dans une Expérience faite ſans Hélioſtate, j'aurai toujours ſoin de l'indiquer.

I. EXPERIENCE.

2734. Nous avons beſoin dans cette Expérience, & dans celles qui

qui ſuivent, d'un Rayon horizontal; conformément à ce qui a été expliqué dans le Chapitre précédent, nous diſpoſons l'Hélioſtate enſorte, que ce Rayon paſſe par celui des trous, qui peut le plus être retreci dans la Plaque, appliquée au coté de la Caiſſe *. * 2705.

Si l'on vouloit eſſayer de faire ces Expériences, ſans tant d'apparat, & remédier ſeulement au premier des Inconveniens, que nous avons indiquez *, il faudroit adapter à une Fenètre fermée, une Plaque, ſemblable à celle que nous avons décrite *, & garnie de trous, dont on peut varier la Grandeur. Le trou, par lequel je laiſſe paſſer le Rayon de Lumière dans cette Expérience, peut avoir autour d'un quart de Pouce de Diamètre. Ce Rayon eſt refléchi par un Miroir Plan, de Métal, qui eſt ſoutenu ſur le Pied d'un Nivau, au haut duquel il y a un Genou, pour que le Miroir ſoit mobile en tous Sens. Je le tourne de façon que le Rayon refléchi ſoit horizontal. 2735. TAB. LXXXVI. Fig. 4. * 2659. * 2705.

Ce Rayon doit être dirigé enſorte qu'il paſſe par l'Ouverture L de la petite Planche T *, éloignée de ſix à ſept Pieds de la Fenètre, & en même tems par l'Ouverture pratiquée dans la Plaque de cuivre, jointe à cette Planche, & doit venir tomber ſur les petites Lames d'acier appliquées à cette Plaque de cuivre *. 2736. * 2732. * 2728.

Il faut que les Trenchans * des Lames ſoient parallèles, & qu'il y ait entr'elles une ſéparation d'environ un dixième de Pouce. La Lumière paſſe entre les Trenchans, & tombe ſur un Papier blanc, mis à la diſtance à peu près de trois Pieds de la Planche T; les Rayons, qui paſſent au milieu entre les Trenchans forment une Tàche blanche, des deux cotez de laquelle s'étend une Lumière ſemblable à la Queüe d'une Cométe; ce qui prouve clairement, que des Rayons ont été pliez par l'Attraction, en paſſant près des Trenchans. * 2729.

On peut varier les diſtances de la Planche T, & du Papier.

La Repulſion de la Lumière n'eſt pas viſible dans cette Expérience, parce que la Lumière repouſſée ſe mêle avec celle qui paſſe directement; mais elle eſt manifeſte dans l'Expérience ſuivante. 2737.

2. EXPERIENCE.

2738. Il faut tout laiſſer comme dans l'Expérience précédente, &
* 2728. en tournant la Vis *, approcher les Trenchans l'un de l'autre lentement; alors la Tache blanche ſe retrecira d'abord, & l'on verra, à chaque coté, trois franges colorées parallèles aux Trenchans. Je parlerai des Couleurs dans la dernière Partie de ce Livre. Si l'on continue à rapprocher encore davantage les Trenchans, la Tache blanche s'étendra & s'affoiblira de plus en plus, & les Franges formées des deux cotez par la Lumière, qui a été attirée, diſparoiſſent entièrement, pendant que l'eſpace du milieu vient enfin à être tellement obſcur, qu'on doit en conclurre qu'il ne paſſe plus de Rayon directement.

2739. Ces Phenomènes ont quelque choſe de plus marqué, quand l'Ouverture, que la Lumière traverſe dans la Fenètre, eſt plus petite.

2740. Quand on approche les Trenchans l'un de l'autre, les Rayons, qu'un Trenchant attire, tombent dans la Sphère de Repulſion de l'autre Trenchant, & ſont repouſſez; par là ils ſont pliez plus qu'ils n'auroient été, & les Franges lumineuſes s'écartent davantage des deux cotez, ce qui augmente l'Eſpace obſcur du milieu. Ainſi cette Expérience prouve une Repulſion, & fait voir, en même tems, qu'elle eſt plus grande à meſure
* 2726. que la diſtance eſt plus petite *.

3. EXPERIENCE.

2741. On peut démontrer auſſi immédiatement, que dans ces occaſions, les Actions des Trenchans ſur les mêmes Rayons concourent enſemble; car ſi l'on donne un mouvement de tremblement à l'un des Trenchans, en laiſſant l'autre en repos, la Lumière, détournée des deux cotez, aura le même Mouvement de tremblement.

2742. On a vû que la diſtance, à laquelle les Corps agiſſent ſur
* 2725. la Lumière, n'eſt pas tout-à-fait imperceptible *; c'eſt ce qui paroit auſſi dans la ſeconde Expérience; car dès que la diſtance entre les Trenchans eſt d'un quarantième de Pouce, il ne paſſe plus de Lumière directement, mais elle eſt toute détournée.

2743. Nous avons inféré de la même Expérience, que la Force repulſive diminue, quand la diſtance augmente; nous en avons dit

dit autant de l'Attraction *, & l'Expérience ſuivante peut ſervir de confirmation à cet égard. * 2725.

4. Experience.

Quand on a, dans la 2de Expérience, diminué la diſtance entre les Trenchans au point, qu'il ne paſſe plus de Lumière entre deux directement, & qu'on continue encore à diminuer cette diſtance, les Franges s'évanouiſſent ſucceſſivement, juſqu'à ce que les Trenchans venant à ſe joindre, ne laiſſent plus paſſer de Lumière. 2744.

Il eſt évident que les Franges, qui s'évanouiſſent les premières, ſont celles que forment les Rayons les plus éloignez des Trenchans, & que celles, qui diſparoiſſent les dernières, ſont formées par les Rayons, qui paſſent le plus près des Trenchans. Or ce ſont les Franges intérieures, que forment les Rayons qui ont été le moins pliez, qui s'évanouiſſent les premieres, & les extérieures, ſont celles qui s'évanouiſſent les dernières; ce qui fait voir que les Rayons, qui ont été pliez le plus, ſont ceux qui paſſent le plus près des Trenchans. 2745.

5. Experience.

On peut réunir & mettre en même tems ſous les yeux les principaux Phénomènes, que nous avons vûs dans les Expériences précedentes; pour cet effet il faut diſpoſer la Lame H de ſorte que les Trenchans faſſent un petit Angle *, & ſe touchent par un bout. On voit alors d'un coup d'oeil les differens Effets des différentes diſtances des Trenchans, ſur les Rayons qui paſſent entre deux. C'eſt ce qui eſt repréſenté dan la *Fig.* 5. 2746. TAB. LXXXVI. Fig. 2. * 2730. TAB. LXXXVI. Fig. 5.

Les Phénomènes, expliquez juſqu'à preſent, ne différent que dans un ſeul Article de ceux qui ſe trouvent avoir lieu, quand on diſpoſe les Lames d'Acier de façon, que les Rayons n'arrivent à une des Lames qu'après avoir paſſé l'autre. 2747.

Soit une de ces Lames H; & l'autre I, plus éloignée du trou, par lequel la Lumière paſſe; voici ce qui arrivera. 2748. TAB. LXXXVI. Fig. 6.

Parmi les Rayons, qui paſſent près de H, les uns ſont attirez *, & les autres repouſſez *; les premiers s'apperçoivent aiſément, à cauſe qu'ils ſont pliez du coté de l'Ombre, les autres ſe mêlent avec ceux qui paſſent directement, ſans tomber dans la Sphère de la Repulſion. La même choſe a lieu par rapport aux Rayons, qui paſſent près de l'autre Tren- * 2723. * 2726.

chant, & l'on remarque en cette occaſion ce qui a été indi-
* 2736. qué dans la première Expérience *.

2749. Si l'Eſpace, par lequel la Lumière paſſe entre les Trenchans, eſt tellement retreci, que le paſſage ne ſoit ouvert qu'aux ſeuls Rayons, ſur leſquels le premier Trenchant, c'eſt-à-dire, celui de la Lame H, déploye ſon Action, on verra
* 2738. ce qui a été dit dans la 2de Expérience *; chaque Trenchant
2740. agit ſur tous les Rayons, & ceux qui ſont repouſſez par un Trenchant, ſont attirez par l'autre; ce qu'on peut démontrer auſſi immédiatement, en repetant, dans ces circonſtances, la
* 2741. 3me Expérience *.

2750. Si l'on vouloit répéter de même la 4me Expérience *, on
* 2744. n'y trouveroit d'autre changement, ſinon que toutes les Franges, qui ſont du coté de la Lame poſtérieure I, s'évanouiſſent, pendant que celles, qui ſont de l'autre coté, ſubſiſtent encore.

2751. Quand l'Eſpace, par lequel la Lumière peut paſſer, eſt fort étroit, la Lumière, refléchie par le Trenchant H, comme auſſi toute celle, qui paſſe directement, eſt interceptée par la Lame I; mais la Lumière, qui eſt attirée par le Trenchant H, & qui par cela même eſt détournée de la route, traverſe la Sphère de Repulſion du Trenchant I; & alors aucun Rayon de Lumière n'eſt plié vers I. Si une partie de la Lumière, qui a été détournée de ſa route, tombe dans la Sphère d'Attraction de la Lame I, l'Effet de cette Attraction ne ſera pas ſenſible.

6. Experience.

2752. J'ôte de ſa place la Lame H, & je l'applique à la Surface
TAB. oppoſée de la Plaque ABE *, en l'affermiſſant deſorte que
LXXXVI. les Trenchans ne ſoient point parallèles, mais faſſent un petit
Fig. 2. Angle, comme dans la 5me Expérience *; outre cela, les Tren-
* 2731. chans doivent être diſpoſez de façon que la Lumière ſoit en-
* 2746. tièrement interceptée à un des bouts.

TAB. Tout étant preparé comme dans les Expériences précedentes, on peut voir d'un coup d'oeil, comme dans la 5me Expé-
LXXXVI. rience, les Effets, qui dépendent de la differente largeur de
Fig. 7. l'Eſpace, que la Lumière peut traverſer, la Figure, par laquelle nous repréſentons ce qui arrive ici, ne différe de celle de la 5me Expérience, qu'en ce que les Rayons s'évanouiſ-

ſent

ſent d'un coté, avant que ceux, qui ſont détournez du coté oppoſé *, ſoient interceptez. * 2750.

Nous avouons ingenument que nous ignorons les cauſes de l'Attraction & de la Repulſion de la Lumière ; mais les Expériences, rapportées dans ce Chapitre, prouvent clairement que cette Attraction & cette Repulſion ont lieu. Je pourrois ajouter bien des choſes, qui, ſans démontrer cette même verité directement, en ſont néanmoins des Suites ſi manifeſtes, qu'on pourroit, s'il en étoit beſoin, confirmer par d'autres argumens ce qui a été dit ſur cette Matière. 2753.

LIVRE V.

Partie II. De la Refraction de la Lumière.

CHAPITRE IV.

Des Machines, pour faire des Expériences touchant la Refraction de la Lumière.

LES Expériences, relatives à la ſeconde Partie de ce Livre, demandent un grand nombre de Machines, dont pluſieurs ſont petites. Pour n'y pas revenir à diverſes repriſes, j'en donnerai ici la conſtruction tout de ſuite. 2754.

Caisse

Propre à recevoir des Boëtes.

La Caiſſe AB a environ deux Pieds & demi de Longueur ; ſa Largeur, & ſa Hauteur, ſont chacune de cinq Pouces. Elle eſt ouverte par les cotez depuis C juſqu'à D ; &, quand on le veut, on ferme ces ouvertures par devant, à l'aide des Planchettes E, F ; & des Planchettes H, G, par derrière. Ces Planchettes ſe meuvent dans des Couliſſes comme *ab* ; & ſi toutes étoient dans la même ſituation que F, la Caiſſe ſeroit ouverte de coté autant qu'il ſeroit poſſible. 2755. Tab. LXXXVII. Fig. 1.

La

2756. La Planchette G eſt hors de ſa Couliſſe; ſi l'on tiroit de même H, elle ſe joindroit avec G; E & F pourroient ſe joindre de même.

2757. La Caiſſe eſt ouverte par enhaut, comme auſſi au bout B; l'autre bout eſt fermé, à l'exception du trou *d*, dont le Diamètre a cinq quarts de Pouce.

Boëtes
Formées par des Glaces.

2758. TAB. LXXXVII. Fig. 2. Le fond de la Boëte MLI, auſſi bien que le bout I ſont de bois, & les trois autres cotez ſont de Glace de Miroir; les Montans L & M ſont auſſi de bois. On affermit les Glaces dans les rainures du bois avec du Ciment, deſorte que la Boëte puiſſe contenir de l'Eau.

On peut faire cette Boëte d'une autre manière, qui me paroit préferable à la première, dont je n'ai parlé que parce qu'elle eſt plus facile, quand c'eſt avec du Bois qu'on aſſujettit les Glaces.

2759. TAB. LXXXVII. Fig. 3. Le Fond de la Boëte P conſiſte en une Plaque de cuivre RS, dont les bouts recourbez ſervent de Pieds, & hauſſent la Boëte d'environ un Pouce. Quatre Règles de cuivre *ab*, *bc*, *cd*, *da*, dont les bouts ſont joints en *a*, *b*, *c*, *d*, ſont ſoudées ſuivant leur longueur, perpendiculairement à cette Plaque. Les quatre cotez de la Boëte ſont de glace, comme ceux, dont il a été parlé dans l'Article précedent. On les applique ſur le Fond en dedans des Règles de cuivre, en laiſſant un petit Intervalle entre deux. Les bouts des Glaces ſe répondent exactement, mais de façon que les deux plus petites tombent entre les deux autres.

2760. Les Glaces ſont lutées enſemble, comme auſſi avec le Fond & les Règles de cuivre, par le moyen d'un Ciment, compoſé de deux parties de Ceruſe, de deux parties de Réſine, & d'une partie de Cire blanche.

Boëtes
Garnies de Verres Sphériques.

2761. TAB. LXXXVIII. Fig. 1. La Boëte de bois P peut avoir neuf à dix Pouces de longueur, & trois Pouces de largeur en dedans. Aux bouts il y a des ouvertures, dont une eſt repréſentée en V. Ces ouvertures ſont fermées par des Verres minces, de figure ſphérique, & lutées avec du Ciment. On peut ſe ſervir de la même

même ſorte de Verres, dont on couvre les Montres de Poche, mais il faut prendre garde qu'ils ſoient minces & par tout de même épaiſſeur. Ils doivent être diſpoſez de façon, que le coté convexe de l'un ſorte en dehors, & que le coté convexe de l'autre Verre ſoit tourné vers le dedans de la Boëte. Les Diamètres des Ouvertures, auxquelles on applique les Verres, ſont de cinq quarts de Pouce; & il faut que ceux des Verres ſoient d'un demi-Pouce plus grands.

La Coupe de la Boëte ſuivant ſa longueur eſt repréſentée en *p*, & les Verres ſe voyent en *v*, *v*.

On inſére quelquefois dans la Boëte les Planchettes T, S, qui en occupent la largeur, & qui ſont ſoutenuës par les petites avances *a*, *b* & *a*, *b*. Ces Planchettes atteignent preſque juſqu'au fond, & conſervent, quand on verſe de l'Eau dans la Boëte, leur Situation verticale, par le moyen du Plomb, dont on garnit la partie *c d*. 2762.

Un Verre convexe des deux cotez, qui raſſemble les Rayons du Soleil à la diſtance d'un Pouce, eſt affermi dans la Planchette S. 2763.

La Planchette T eſt blanche, & l'autre S noire. Cette dernière Couleur doit être celle de toutes les Boëtes & de la plupart des Inſtrumens, dont on ſe ſert pour faire des Expériences ſur la Lumière. 2764.

Une autre Boëte A D B eſt ouverte en A de telle ſorte, qu'on peut y faire entrer un des bouts de la Boëte P. L'autre bout de la Boëte A B, ſçavoir D, eſt fermé, & a au milieu une Ouverture égale à celles de la Boëte P, & qui leur répond ſi exactement, qu'en joignant les Boëtes, la Lumière paſſe en Ligne droite par les trois Ouvertures. 2765. Tab. LXXXVIII. Fig. 2.

Une troiſième Boëte, plus petite que les deux autres, eſt repreſentée en E F; dans un de ſes deux grands cotez il y a deux Ouvertures V, R, égales & ſemblables à celles de la Boëte P, & fermées de même avec des Verres *. La convexité du Verre eſt tournée en dehors en V, & en dedans en R. Le coté oppoſé G eſt une Glace, pour que la Lumière puiſſe parvenir directement en V & en R. 2766. Tab. LXXXVIII. Fig. 3. * 2761.

Les Sections tranſverſales de cette Boëte par les Centres des Verres, ſont repreſentées en H & en I, où *r* & *v* marquent les Verres.

Cube de Cristal.

2767. TAB. LXXXVII. Fig. 4. Le Cube C doit être d'un Criſtal bien pur & travaillé avec tout le ſoin poſſible. Il faut de plus que les Surfaces en ſoient planes & du dernier poli, & la Figure du Solide exactement cubique. Chaque coté eſt long de deux Pouces.

Pour ne point gater ce Cube dans les Expériences, on le mêt ſur un petit Plateau comme T, couvert d'un Drap noir.

Plans Verticaux
A travers leſquels on fait paſſer la Lumière.

2768. TAB. LXXXVII. Fig. 5. Nous nous ſervons pour cet effet de pluſieurs Planchettes verticales. Il y a dans la première, que nous repréſentons par devant & par derrière, une fente verticale *ab*, large d'un quart de Pouce. On racourcit cette fente à volonté par le haut, à l'aide de la Couliſſe A, taillée en biſeau & ajuſtée à la partie antérieure du Plan. Par ſon moyen on termine l'Ouverture vers ſa partie ſupérieure, dans l'endroit où l'on juge à propos.

On applique à la Planchette par derrière la petite Planche B auſſi taillée en biſeau, & mobile entre deux Règles horizontales, par le moyen de laquelle, on diminue, autant qu'on veut, la fente par en bas. On employe à la fois les deux Couliſſes A & B, afin de hauſſer, de baiſſer, ou d'étendre à diſcrétion l'Ouverture.

2769. TAB. LXXXVII. Fig. 6. La ſeconde Planchette eſt à peu près la même que la première; les principales différences ſont, que la fente large d'un demi Pouce en eſt horizontale, & n'eſt diminuée à diſcrétion que par le moyen d'une ſeule Couliſſe. Comme cette Planchette peut ſe tranſporter horizontalement, il ſuffit de diminuer l'Ouverture d'un ſeul coté.

2770. TAB. LXXXVII. Fig. 7. Il faut avoir encore une troiſième Planchette T, dont l'Ouverture ſoit plus grande, & aît cinq quarts de Pouces de largeur. Les deux bouts doivent ſe terminer en demi-Cercle. La Couliſſe A, eſt percée au milieu d'un trou, dont le Diamètre eſt de cinq quarts de Pouces. On adapte à ce trou un Verre convexe, qui raſſemble les Rayons du Soleil à la diſtance d'environ huit Pouces.

2771. Le Verre V répond à l'Ouverture C, & peut être élevé ou abaiſ-

abaiſſé, de la longueur d'un Pouce, ſans que les Rayons, qui paſſent par ce Verre, ſoient interceptez.

Enfin, nous faiſons uſage d'une petite Planchette T, garnie d'un pareil Verre. La Section de cette Planchette ſe voit en *c*. Quand on l'inſére dans quelqu'une des Boëtes, dont il a été fait mention dans les Articles 2755. ou 2765., la Lumière, qu'on fait paſſer par l'Ouverture, qui eſt à un des bouts de la Boëte, paſſe en même tems par le Verre, qu'il faut diſpoſer de façon que ſon Centre réponde au Centre de l'Ouverture. 2772. TAB. LXXXVIII. Fig. 4.

Petite Table Horizontale.

Les Inſtrumens, dont on a beſoin en faiſant les Expériences, doivent quelquefois être élevez au deſſus de la Table, à différentes Hauteurs determinées. C'eſt à quoi nous ſert la petite Table T, dont le Pied eſt repréſenté en P. Les Montans C, C, paſſent par les trous *a*, *b*, de la petite Table T, qui eſt ſoutenue dans une Situation horizontale par le moyen des Ecrous orbiculaires E, E, & affermie en deſſus à l'aide de deux autres Ecrous ſemblables D, D. 2773. TAB. LXXXVIII. Fig. 5.

Toutes les Figures des Machines décrites dans ce Chapitre, ont dans les Planches la ſixième partie de leur véritable grandeur.

Tables,

Dont on peut varier la hauteur.

Il faut pluſieurs de ces Tables: j'en ai trois, dont l'une eſt longue de deux Pieds & demi, & large de deux Pieds. Les deux autres ſont plus petites, n'ayant que quinze Pouces de longueur & un Pied de largeur. 2774.

La manière, dont ces Tables ſont faites eſt aſſez connue. A chacune d'elles eſt fortement attachée, pour lui ſervir de Soutien, une Tige de deux Pouces en quarré. Cette Tige eſt mobile dans un Etui, fait de quatre Planches de bois. Cet Etui eſt ſoutenu dans une Situation verticale, à la hauteur d'environ huit Pouces de Terre, par un Pied à trois branches.

On hauſſe la Table à diſcrétion, en tirant, plus ou moins, la Tige de ſon Etui; & on l'affermit avec une Vis de fer, qui traverſe un Anneau du même Métal, qui environne le haut de l'Etui. Pour que le Bois de la Tige ne ſoit point en-

dommagé, on mêt une Plaque de cuivre, de façon que la Vis ſerre une de ſes Extremitez contre le Bois; pour que cette Plaque ne tombe pas, elle eſt attachée par ſon autre bout au dedans de l'Etui.

2775. Par cette Méthode, ou par quelque autre Méthode ſemblable, on éleve à diſcrétion, & on affermit un Cadre fait de Règles de bois, ou l'on applique un Papier, ſur lequel, dans pluſieurs Expériences, on fait tomber de la Lumière. Un pareil Cadre peut être d'uſage dans les Expériences du Chapitre précedent.

CHAPITRE V.

De la Refraction de la Lumière, & des Loix de cette Refraction.

1. DEFINITION.

2776. *TOut ce que la Lumière peut traverſer en Ligne droite, s'appelle Milieu.*

* 2614. Cette Définition eſt applicable à tous les Corps diaphanes *, & au Vuide même.

Pendant qu'un Rayon paſſe d'un Milieu dans un autre, il lui arrive ſouvent de ſe détourner de la Ligne droite.

2. DEFINITION.

2777. *Ce changement de direction s'appelle Refraction.*

2778. *Pour que la Refraction ait lieu, il faut que les Milieux ſoient de différente Denſité, & que le Rayon faſſe un Angle oblique avec la Superficie, qui ſépare les deux Milieux.*

2779. *La Refraction vient de ce que les Rayons ſont attirez davantage par un Milieu plus denſe que par un autre plus rare:* car c'eſt de cette Attraction, que nous avons demontrée dans le Chapitre III., que ſe déduit tout ce qui a rapport à la Refraction.

TAB. LXXXIX. Fig. 1. * 2723. Soit EF la Superficie commune aux deux Milieux. Le Milieu le plus denſe eſt vers X, & l'autre vers Z. Chaque Particule de Matière attire la Lumière *; nous déſignerons la diſtance, à laquelle ces Particules déployent leur Action, par cel-

celle qu'il y a entre les Lignes EF & GH. Ainſi *la Lumière*, qui ſe trouve entre ces Lignes, *eſt attirée par le Milieu le plus denſe* X; & cela *perpendiculairement à la Superficie, qui ſépare les Milieux*; car les Actions obliques ſont ſemblablables & égales de tous cotez, &, réunies enſemble, tirent perpendiculairement. 2780.

A la diſtance où eſt la Ligne GH, les ſeules Particules, qui ſont à la Superficie du Milieu X, agiſſent ſur la Lumière; quand la diſtance eſt moindre d'autres parties agiſſent auſſi, de ſorte que la Force attractrice augmente quand la diſtance diminue, comme nous l'avons déja obſervé *. Suppoſons dans le Milieu le plus denſe X, la Ligne IL, auſſi éloignée de EF que GH en eſt éloignée dans le Milieu Z. Que la Lumière entre dans le Milieu X; elle ſera attirée de tous cotez par les Particules de ce Milieu, qui ſont moins éloignées de la Lumière, que ne le ſont l'une de l'autre les Lignes EF & GH; car c'eſt à cette diſtance que nous avons ſuppoſé que la Lumière étoit attirée par les Particules du Milieu X. 2781. * 2725.

Auſſi long-tems que la Lumière ſe trouve entre les Lignes EF & IL, la Force qui tire vers IL prévaut, à cauſe que la Lumière eſt tirée de ce coté là par un plus grand nombre de Parties; mais à meſure, que le nombre des Parties, qui tirent du coté oppoſé, augmente, c'eſt-à-dire, à meſure que la Lumière s'éloigne de EF, la Force attractrice vers IL diminue, juſqu'à ce qu'enfin dans la Ligne IL même, la Lumière ſoit attirée avec une égale Force de tous cotez; égalité, qui a lieu par tout dans le Milieu X au de là de IL.

Suppoſons que le Rayon A*a* tombe obliquement ſur la Superficie, qui ſépare les Milieux; ou plutôt ſur la Superficie GH, où commence l'Action, qui attire la Lumière vers X. Quand le Rayon eſt arrivé en *a*, il eſt détourné de la Ligne droite par la Force, qui l'attire vers le Milieu X; ou, ce qui revient au même, par une Force, qui l'attire ſuivant une Direction perpendiculaire à la Superficie de ce Milieu. Et la même choſe a lieu dans tous les Points, auſſi long-tems que le Rayon eſt entre les Lignes GH & IL, entre leſquelles l'Attraction agit. Ainſi le Rayon décrit entre ces Lignes la Courbe *a b*, préciſément comme il a été dit en parlant du jêt des Corps *. Au delà de IL l'Action, qui courbe le Rayon, 2782. * 540.

vient à ceſſer; ainſi il continue à décrire une Ligne droite par *b* B, ſuivant la direction de la Courbe au Point *b*.

La Diſtance entre les Lignes G H & I L eſt très petite;
2783. c'eſt pourquoi *dans la Refraction nous* ne faiſons pas attention à la partie courbée du Rayon, & *ne conſidérons le Rayon que comme formé par deux Lignes droites* A C, C B, *qui ſe rencontrent* en C; c'eſt-à-dire, *dans la Superficie qui ſépare les Milieux.*

Soit menée au Point C la Ligne N C M perpendiculaire à la Surface E F.

3. DEFINITION.

2784. *La Partie* A C *du Rayon, dont il s'agit, s'appelle Rayon incident.*

* 1161. L'Angle A C N s'appelle Angle d'incidence *.

4. DEFINITION.

2785. *La Partie* C B *du Rayon s'appelle le Rayon rompu.*

5. DEFINITION.

2786. *L'Angle* B C M *s'appelle Angle de Refraction.*

2787. *Quand la Lumière paſſe d'un Milieu plus rare dans un autre plus denſe, l'Angle de Refraction eſt moindre que l'Angle d'Incidence.* Ces Angles ſeroient égaux, ſi le Rayon A C continuoit à ſe mouvoir en Ligne droite par C D. Le Rayon C B approche davantage de la Perpendiculaire C M que ne fait C D; *c'eſt pourquoi on dit que la Refraction ſe fait vers la Perpendiculaire.*

2788. Au contraire, *ſi un Rayon paſſe d'un Milieu plus denſe dans un autre plus rare, il s'écartera de la Perpendiculaire*; parce que l'Attraction du Milieu le plus denſe eſt la même à l'égard du Rayon, ſoit qu'il paſſe d'un Milieu plus rare dans un autre plus denſe, ou d'un Milieu plus denſe dans un autre plus rare. D'où il ſuit, que ſi B C eſt le Rayon incident, C A
2789. ſera le Rayon rompu; & qu'*un Rayon parcourt les mêmes Lignes, ſoit qu'il vienne d'un coté ou du coté oppoſé.*

2790. Par conſequent, *s'il y a deux Rayons, dont l'un paſſe d'un Milieu plus denſe dans un autre plus rare, & dont le ſecond paſſe d'un Milieu plus rare dans un autre plus denſe, & qu'outre cela l'Angle de Refraction de ce dernier ſoit égal à l'Angle d'Incidence du premier, les deux autres Angles d'Incidence & de Refraction ſeront auſſi égaux entr'eux.*

Soit

Soit le Milieu X terminé par les Surfaces parallèles E F, H L, qui le séparent des deux cotez du Milieu Z; suppoſons X plus denſe que Z, quoiqu'il pût l'être moins. Le Rayon A C entre dans le Milieu X en C, où il eſt rompu ſuivant la direction A C B, & part de B en ſuivant la Ligne B G. Ayant mené par les Points C & B les Perpendiculaires N C M, P B O, on aura les Angles M C B, C B O, égaux entr'eux *; donc à cauſe de l'Attraction, qui agit de même des deux cotez, les Angles A C N, P B G, ſont égaux auſſi. Mais l'Angle M C B eſt l'Angle de Refraction dans la première Refraction, & l'Angle C B O l'Angle d'Incidence dans la ſeconde Refraction. Donc les deux autres Angles ſont égaux. 2791. TAB. LXXXIX. Fig. 2. *29. El. I.

D'où il ſuit, que *la Direction d'un Rayon n'éprouve aucun changement, s'il traverſe un Milieu terminé par deux Surfaces parallèles entr'elles*; car autant qu'il eſt détourné d'un coté en entrant, autant eſt il détourné en Sens contraire quand il ſort. Il eſt clair que les Rayons A C, B G, également inclinez ſur les Parallèles M N, O P, ſont auſſi parallèles. 2792.

Quand un Rayon tombe perpendiculairement ſur la Superficie, qui ſépare deux Milieux, il ne s'écarte point de la Ligne droite, par l'Attraction du Milieu le plus denſe: cette Attraction agiſſant dans la même Direction perpendiculaire que le Rayon ſuivoit déja. 2793.

I. Experience.

Il faut adapter à la Caiſſe de l'Hélioſtate, la plus petite des Planchettes dont il a été parlé *, de façon qu'elle ferme l'ouverture à laquelle elle eſt appliquée *, à trois Pouces près vers le bas, ce qui forme, en cet endroit une ouverture quarrée, que la Lumière refléchie doit traverſer horizontalement *. Pour empêcher qu'il n'entre aucune Lumière, nous appliquons immédiatement à cette ouverture un Tuyau quarré de bois, long d'un Pied, & nous dirigeons la Lumière de ſorte qu'elle paſſe par ce Tuyau, qui doit être mis ſur la plus petite des Tables, dont on peut varier la hauteur *. 2794. TAB. LXXXIX. Fig. 3. * 2707. * 2703. *2698. * 2774.

Si l'on vouloit faire ſans Hélioſtate les Expériences ſuivantes, il faudroit laiſſer entrer la Lumière dans un lieu obſcur par une ouverture quarrée, de trois Pouces, pratiquée dans le Volet, & faire que cette Lumière fut refléchie horizontalement *. 2795. * 2735.

Nous

2796. Nous nous ſervons de la Boëte A B décrite ci-deſſus *, que
* 2755. nous diſpoſons enſorte que la Lumière entre par un bout & traverſe la Boëte ſuivant ſa longueur. La Lumière, en en-
* 2768. trant eſt interceptée par la Planchette T*, à l'exception de ce que la fente, pratiquée dans cette Planchette en laiſſe paſſer.

Après avoir ouvert cette Boëte des deux cotez, on y place
* 2758. en travers la Boëte P, dont trois cotez ſont des Glaces *:
2759. enſuite on fait joindre à cette Boëte les cotez mobiles de la première.

On verſe de l'Eau dans la Boëte P, juſqu'à ce qu'elle ſoit à moitié pleine, tellement que le Rayon de Lumière paſſe, en partie par l'Eau, & en partie au deſſus. Il faut prendre garde de terminer enſorte l'ouverture de la Planchette T, que la Lumière ne donne pas contre le Fond de la Boëte, ni ne
* 2768. paſſe pas au deſſus de cette Boëte *.

2797. Tout étant ainſi diſpoſé, ſi l'on place la Boëte P de manière, que le Rayon en rencontre la Surface à Angles droits en *a b*, ce Rayon traverſera directement l'Eau, auſſi bien que la partie ſupérieure de la Boëte, ſans ſe détourner de ſon chemin, ni à l'entrée, ni à la ſortie, comme nous l'avons dit dans l'Article 2793.

2. EXPERIENCE.

2798. Tout reſtant d'ailleurs dans le même état, ſi le Rayon rencontre obliquement la Superficie de la Boëte P, la partie ſupérieure du Rayon continuera ſon chemin directement par *c* en *d*; mais la partie inférieure, qui eſt dans l'Eau, ſera détournée vers *e*, en s'approchant de la Perpendiculaire, ce qui confirme l'Article 2787.

3. EXPERIENCE.

2799. Tout reſtant encore dans le même état, le Rayon, qui en *c* paſſe de l'Eau dans l'Air, & ſuit la direction *e f*, eſt détourné de la Perpendiculaire, & continue enſuite ſon chemin dans la même direction, qu'il avoit en entrant dans l'Eau; car *a c d* & *e f* ſont parallèles. Ce qui confirme la vérité des Articles 2788. 2789. 2792.

4. EXPERIENCE.

2800. Ces Expériences réuſſiſſent de même, ſi au lieu d'Eau l'on
TAB. LXXXIX. Fig. 4. ſe ſert de Verre. Il faut prendre alors une autre Boëte A D*, dont le coté ouvert eſt fermé par la Planchette T*,
* 2765.
* 2768.

con-

comme dans les Expériences précedentes. Une partie de la Lumière passe par le Cube de verre C *, & l'autre partie passe par dessus. Cela étant, si l'on fait de la même maniere les trois Expériences, on les verra réussir de même. La seule différence qu'on y obiervera, sera que la Refraction dans le Verre est plus grande que dans l'Eau. * 2767.

Pour appercevoir plus sensiblement la route que la Lumière suit dans l'Air, je me sers d'un nouet de Mousseline rempli de farine, que je secoue pour remplir la Boete de Poussière, & rendre ainsi les Rayons plus distincts. 2801.

Nous n'avons examiné jusqu'ici que l'Attraction du Milieu le plus dense, parce que cette Attraction est plus forte que l'autre; cependant l'Action du Milieu le plus rare, merite aussi d'être considerée, puisqu'elle diminue l'Action du Milieu le plus dense sur la Lumiere: Action, d'autant plus petite, que les Milieux different moins en Densité. C'est pourquoi *il n'y a point de Refraction quand les Densitez des Milieux sont égales; & la Refraction est plus grande à mesure que ces Densitez different entr'elles.* 2802. 2803.

Les Loix de la Refraction peuvent se déduire de l'Accéleration, que l'Attraction engendre. 2804.

L'Attraction ne déploye ton Action qu'entre les Plans GH & IL, & pas plus loin *. 2805.

TAB. LXXXIX. Fig. 1. * 2780.

7. Definition.

C'est pourquoi *nous appellerons dans la suite l'Espace terminé par ces Plans, l'Espace de l'Attraction.* 2806.

Nous démontrerons dans le Scholie suivant, que quoique l'Action d'un Corps sur la Lumière soit dirigée perpendiculairement vers la Superficie de ce Corps, l'Accéleration de la Lumière, en passant d'un Milieu plus rare dans un autre plus dense, ou la Retardation du Mouvement de la Lumiere, dans le cas oppose, est la même suivant quelque Direction qu'aille la Lumière; à la verité, l'Accéleration, ou la Retardation, est moindre, quand le Mouvement est plus oblique; mais d'un autre coté, elle dure davantage, & c'est ce qui fait la compensation. 2807.

Il y a donc *une raison constante entre les Vitesses de la Lumière dans deux Milieux donnez.* C'est ce qu'il y auroit moyen de prouver, en appliquant ici ce qui a été démontré 2808.

au ſujet de la chute des Corps dans le premier Livre; mais la propoſition que nous venons d'énoncer, eſt éclaircie davantage dans le Scholie ſuivant, où nous démontrons outre cela,

2809. que *ſoit que l'Angle d'incidence ſoit plus ou moins incliné,*
il y a toujours une raiſon immuable & conſtante entre les Si-
2810. *nus des Angles d'Incidence & de Refraction*; & que *ces Si-*
nus ſont en raiſon inverſe des Viteſſes de la Lumière dans
ces Milieux.

2811. Si ces Milieux ſont l'Air & l'Eau, les Sinus en queſtion ſeront comme 4 à 3, & la Viteſſe de la Lumière dans l'Air ſera à ſa Viteſſe dans l'Eau, comme 3 à 4. Si l'Air eſt un des Milieux, & que l'autre ſoit du Verre, les Sinus ſeront comme 17 à 11. Une ſeule Expérience ſuffit pour démontrer la choſe par rapport à tous les Milieux.

2812. L'Angle D C M eſt égal à l'Angle d'Incidence A C N*, &
*15. El. I. ſi l'on décrit le quart de Cercle F D M, D *o* ſera le Sinus de l'Angle en queſtion; celui de l'Angle de Refraction B C M eſt T R; & il y a une raiſon, conſtante entre ces deux Sinus. Ayant mené V D B parallèle à C M, la Ligne B S, que nous ſuppoſons perpendiculaire à C M, auſſi bien que D *o* & R T,
*34. El. I. ſera égale à D *o* *, & la dite raiſon conſtante aura lieu entre B S & R T; comme auſſi, à cauſe des Triangles ſemblables
*4. El. VI. B S C, T R C, entre B C & T C *, ou D C, ces deux dernières Lignes étant les Rayons d'un même Cercle: car ſi de C comme Centre à l'Intervalle C V on décrit la portion de
2813. Cercle V R; les Lignes B C, D C ſeront *les Co-ſecantes des Angles de Refraction & d'Incidence*; leſquelles par conſequent *ſont en raiſon inverſe des Sinus de ces mêmes Angles*, par la Propriété connue de toutes les Co-ſecantes. L'Expérience ſuivante peut ſervir à confirmer que les Co-ſecantes en queſtion ont entr'elles une raiſon conſtante.

5. Expérience.

2814. La Boëte M I *, dont nous avons déja fait uſage dans la
TAB. XC. Fig. 1. première Expérience, doit être à moitié remplie d'Eau, &
* 2758. la Lumière doit paſſer par l'ouverture de la même Planchet-
2759. te, dont il a été parlé dans cette Expérience. Il faut diſpoſer la Boëte de façon, que la Lumière y entre obliquement par la Glace, qui eſt à un des deux bouts. Le Rayon paſſe par cette Glace dans la Ligne *a b*, & ſa Partie ſupérieure,

qui

qui n'entre point dans l'Eau, continue directement ſon chemin par *a c*, & va donner contre le coté de la Boëte en *c*; la Partie inférieure ſe rompt par *b e*, & va donner contre le même coté en *e*. De quelque manière qu'on change l'Angle d'Incidence des Rayons, il ſe trouve toujours que *a c* eſt à *b e*, comme 3 à 4, en raiſon inverſe des Sinus des Angles d'Incidence & de Refraction, quand la Lumière paſſe de l'Air dans l'Eau *. Or les Lignes *a c*, *b e*, ſont les Co-ſecantes de ces mêmes Angles. * 2811.

SCHOLIE

Démonſtrations des Loix de la Refraction.

NOus avons vû que l'Attraction de la Lumière n'avoit lieu, que quand elle paſſe par l'Eſpace où l'Attraction peut agir *. Examinons donc ce qui arrive à la Lumière dans ce Paſſage. 2815. * 2805.

La Direction de l'Action du Milieu ſur la Lumière eſt perpendiculaire à la Superficie, qui ſépare les Milieux *; & par conſéquent, à la Superficie I L, dans le cas preſent; *& eſt inégale à différentes diſtances de cette Superficie* *; *mais égale à d'égales diſtances*; parce qu'on ſuppoſe les deux Milieux homogènes, & parfaitement ſemblables dans toutes leurs Parties. 2816. TAB. LXXXIX. Fig. 1. * 2780. * 2781.

Le Mouvement du Rayon A C peut ſe reſoudre en deux autres Mouvemens ſuivant les Directions A O & O C *, dont la première eſt parallèle à la Superficie E F, & la ſeconde Perpendiculaire à cette même Superficie. La Viteſſe que la Lumière auroit en parcourant A O & O C eſt proportionelle à ces Lignes, ſi A C exprime la Viteſſe du Rayon *. 2817. * 319. * 319.

Le Mouvement ſuivant la Direction A O, *n'eſt point changé par l'Attraction perpendiculaire à la Superficie* I L: *cette Attraction ne faiſant qu'accélerer le Mouvement par* O C. 2818.

La Ligne A C, c'eſt-à-dire, la Viteſſe du Rayon, reſtant la même, on peut rendre ce Rayon plus ou moins incliné, ce qui change ſa Viteſſe ſuivant la Direction O C; & cette Viteſſe ſera nulle, ſi l'Angle A *a* G eſt infiniment petit. En ce cas, ſi l'on décompoſe le Mouvement du Rayon de telle ſorte, qu'une des Directions ſoit perpendiculaire à la Superficie I L, toute la Viteſſe qu'il aura devra être attribuée à l'Attraction. Car en entrant dans l'Eſpace, où l'Attraction déploye ſon Action, il ſe forme un Mouvement ſuivant la Direction perpendiculaire, lequel eſt continuellement accéleré par une Action nouvelle, ſuivant la même Direction, juſqu'à ce que l'Eſpace en queſtion ſoit parcouru. Cette Accéleration a lieu toutes les fois 2819.

que la Lumière traverſe un pareil Eſpace, mais eſt différente ſuivant le plus ou le moins de Viteſſe, avec laquelle la Lumière arrive perpendiculairement à la Superficie, qui ſépare les Milieux.

2820. TAB. XC. Fig. 2. Si l'Attraction étoit uniforme dans toute la Largeur de l'Eſpace où elle agit, tout ce qui regarde l'Accéleration, dont nous venons de parler, pourroit être déterminé par le moyen du Triangle Rectangle PQR, dans lequel les Lignes parallèles à la Baſe repreſentent les Viteſſes, & les Portions de l'Aire du Triangle les Eſpaces parcourus; préciſement comme nous l'avons * 373. démontré au ſujet de l'Accéleration des Corps qui tombent *. Car il s'agit toujours ici du même Eſpace parcouru, qui eſt celui dans la Largeur duquel l'Attraction agit, parce que nous ne conſiderons que le ſeul Mouvement perpendiculaire à la Superficie, qui ſépare les Milieux; ainſi cet Eſpace eſt toujours repreſenté par d'égales Portions de l'Aire du Triangle PQR. Soit cette Portion P*dc*, quand la Lumière entre dans l'Eſpace de l'Attraction, ſuivant la Direction perpendiculaire dont il a été parlé, avec la Viteſſe o; c'eſt-à-dire, quand le Rayon forme un Angle infinement petit avec la Superficie, qui ſépare les Milieux; *dc* en ce cas marquera la Viteſſe que la Lumière aura acquiſe dans l'Eſpace de l'Attraction, où, ce qui revient au même, celle avec laquelle elle ſortira de cet Eſpace.

2821. Que ſi la Lumière entroit perpendiculairement dans ce même Eſpace avec la Viteſſe déſignée par *fg*, elle en ſortiroit avec la Viteſſe *hi*, en ſuppoſant les Aires P*dc* & *fgih* égales entr'elles, comme il paroit par ce que nous venons de dire. Les Triangles P*dc*, P*fg*, P*hi*, ſont ſemblables, & par cela même leurs Aires ſont en raiſon doublée, c'eſt-à-dire, comme les Quarrez * 19. El. VI. de leurs cotez homologues *dc*, *fg*, *hi* *; mais la ſomme des Aires P*dc*, P*fg* eſt égale à l'Aire P*hi*, (à cauſe de l'égalité entre les Aires P*dc*, & *fgih*); donc auſſi la ſomme des Quarrez des Lignes *dc* & *fg* eſt égale au Quarré de la Ligne *hi*; d'où il ſuit que le Triangle, formé par ces trois * 48. El. I. Lignes, eſt rectangle, & que *hi* en eſt l'Hypothenuſe *. Par conſéquent

2822. *Dans un Triangle rectangle, dont un des cotez repreſente la Viteſſe, avec laquelle la Lumière entre perpendiculairement dans l'Eſpace de l'Attraction, & dont l'autre marque la Viteſſe acquiſe en parcourant cet Eſpace, quand la Lumière entre avec une Viteſſe égale à o; l'Hypothenuſe déſignera la Viteſſe avec laquelle la Lumière ſort du même Eſpace perpendiculairement.* Ce qui eſt généralement vrai, quelque changement d'Attraction que puiſſe éprouver la Lumière, ſuivant qu'elle eſt plus ou moins éloignée des Plans, qui terminent l'Eſpace de l'Attraction. Pour le prouver,

2823. Suppoſons l'Eſpace de l'Attraction coupé en deux parties égales, ou inégales, par un Plan parallèle aux Surfaces, qui le terminent. Suppoſons de plus que l'Attraction dans ces parties eſt différente, quoique la même dans chacune d'elles. Ces parties doivent être conſiderées comme deux TAB. XC. Fig. 3. divers Eſpaces d'Attraction. Soit A la Viteſſe, que la Lumière acquiert en parcourant la première partie de tout l'Eſpace quand elle y entre avec la Viteſſe o; ſoit B, la Viteſſe acquiſe en parcourant la ſeconde partie de l'Eſpace, où l'on ſuppoſe auſſi que la Lumière eſt entrée avec une Viteſſe égale

le à o. Il faut se ſouvenir, que dans tout le cours de cette Démonſtration, il s'agit d'un Mouvement perpendiculaire à la Superficie, qui ſépare les Milieux.

Si la Lumière entre dans la première partie de l'Eſpace total de l'Attraction avec la Viteſſe o, elle arrivera à la ſeconde avec la Viteſſe A; cela étant, ſi l'on forme des cotez A & B un Triangle rectangle ECD, l'Hypothénuſe ED repréſentera la Viteſſe, avec laquelle la Lumière ſortira de l'Eſpace de l'Attraction *. * 2822.

Si la Lumière entre dans l'Eſpace de l'Attraction avec la Viteſſe FG, & qu'on faſſe le Triangle rectangle HFG, des cotez FG & A, l'Hypothénuſe HG déſignera la Viteſſe, avec laquelle la Lumière ſort de la première partie de l'Eſpace total de l'Attraction *, & entre dans la ſeconde; car en faiſant le Triangle rectangle HGI, dont HI eſt égale à B, on aura l'Hypothénuſe IG, pour marquer la Viteſſe, avec laquelle la Lumière ſort, & continue ſon Mouvement, après avoir parcouru l'Eſpace total de l'Attraction *. TAB. XC. Fig. 3. 4. * 2822. * 2822.

Il s'agit de démontrer, que la Viteſſe IG eſt auſſi repréſentée par l'Hypothénuſe du Triangle rectangle NML, dont le coté ML eſt égal à FG, c'eſt-à-dire, à la Viteſſe avec laquelle la Lumière entre dans l'Eſpace de l'Attraction, & dont l'autre coté LN eſt égal à la Ligne ED, qui marque la Viteſſe, que la Lumière acquiert en parcourant toute la Largeur de l'Eſpace de l'Attraction, quand elle y eſt entrée avec la Viteſſe o. La Démonſtration, que nous allons donner, emporte celle de l'Article 2822, puiſque dans le cas preſent l'Attraction agit avec deux Forces différentes. 2824.

L'égalité des Lignes IG & NM paroitra par la conſidération des Triangles rectangles. Le Quarré de la Ligne NM vaut les Quarrez des Lignes NL & LM, ou le Quarré de FG: NL eſt égale à ED, dont le Quarré vaut les Quarrez de EC & de CD, c'eſt-à dire, les Quarrez des Lignes A & B, égales aux Lignes FH & HI: par conſequent le Quarré de l'Hypothénuſe NM eſt égal aux trois Quarrez des Lignes FG, FH, & HI. Et c'eſt à ces trois mêmes Quarrez qu'eſt égal le Quarré de la Ligne GI, qui vaut les Quarrez des Lignes HI & HG, dont le dernier eſt égal aux Quarrez de HF & EG.

Si l'Eſpace de l'Attraction, ou, ce qui revient au même, de la Refraction, eſt partagé dans un nombre quelconque de Couches parallèles aux Surfaces, tant ſupérieure qu'inférieure, qui terminent cet Eſpace, & que dans les Couches différentes l'Attraction agiſſe avec différentes Forces, la même Démonſtration aura lieu. Or comme le nombre de ces Couches peut être augmenté à l'infini, & que la choſe arrive réellement ainſi *dans la Refraction*, que la Lumière éprouve en paſſant d'un Milieu dans un autre, qui n'eſt pas de même Denſité *, *la Règle de l'Article* 2822. *a lieu* par rapport à la Refraction. 2825. * 2816.

Soit Z le Milieu le plus rare, X le Milieu le plus denſe, & que ces Milieux ſoient ſéparez par le Plan EF; ſuppoſons que le Rayon de Lumière AC tombe obliquement ſur la Superficie EF. Que la Ligne AC déſigne la Viteſſe 2826. TAB. XC. Fig. 5.

de la Lumière dans le Milieu Z, & que cette Ligne ſoit conſtante; c'eſt-à-dire, qu'elle ſoit la même quelle que puiſſe être la grandeur de l'Angle aigu ACE. De C comme centre, à l'intervalle CA ſoit décrit un Cercle. Je méne de plus NCM perpendiculaire à EF, AO perpendiculaire à NC, & AQ à EF.

Le Mouvement par AC peut ſe reſoudre en deux autres, l'un ſuivant
* 319. AO, & l'autre ſuivant AQ ou OC *; cette dernière Ligne marquera la Viteſſe perpendiculaire du Rayon à la Superficie EF; Viteſſe, qui n'eſt aug-
* 2818. mentée que par l'Attraction du Milieu *.

Si CP déſigne la Viteſſe, que la Lumiére acquiert en parcourant perpendiculairement l'Eſpace de l'Attraction du Milieu X, en ſuppoſant que la Viteſſe de la Lumière en entrant a été o, l'Hypothénuſe OP du Triangle rectangle PCO ſera la Viteſſe du Rayon AC dans le Milieu, ſuivant une Di-
* 2825. rection perpendiculaire à la Superficie EF *; pour ce qui eſt de la Viteſſe de la Lumière ſuivant la Direction AO ou QC, parallèle à la Surface EF,
* 2818. elle ne change point *. Soit donc CV priſe égale à AO ou à QC, & VB, perpendiculaire à EF, faite égale a l'Hypothénuſe PO; enfin ſoit menée CB. Le Mouvement par CB eſt un Mouvement compoſé de deux autres, & cette Ligne détermine par ſa Situation la Direction, & par ſa Longueur
2827. *la Viteſſe de la Lumière* dans le Milieu X *. Viteſſe, qui *ne change point*,
* 318. *ſoit que le Rayon* AC *ſoit plus ou moins incliné.* Car le Quarré de la Ligne CB eſt égal au Quarré de la Ligne BV ou PO, & au Quarré de la Ligne CV ou AO; mais le Quarré de la Ligne PO vaut les Quarrez des Lignes PC, & CO; donc le Quarré de la Ligne CB eſt égal aux trois Quarrez des Lignes PC, CO & AO; en réuniſſant ces deux derniers enſemble, nous aurons le Quarré du Demi-diametre AC ou CN; c'eſt-à-dire, CB égale à PN, dont le Quarré vaut auſſi les Quarrez de PC, CN, & à laquelle le Rayon AC, plus ou moins incliné, ne cauſe aucun changement.

La Ligne CB coupe en T le Cercle dont CA eſt le Demi-diamètre; ſoient menées des Points B & T les Lignes BS & TR perpendiculaires à CM: à cauſe des Triangles ſemblables CBS, CTR, BC ſera à TC, ou CA, comme BS à TR; d'où il ſuit que ces Lignes, par cela même que BC & CA ſont conſtantes, auront toujours entr'elles la même raiſon, quel que ſoit l'Angle d'incidence. TR eſt le Sinus de l'Angle de Refraction TCR; & BS, égale à CV, égale à AO, eſt le Sinus de l'Angle d'Incidence ACO; par conſequent il y a entre ces Sinus une raiſon conſtante, comme nous l'avons dit dans l'Article 2809.

2828. Juſqu'ici nous avons conſideré le Rayon paſſant d'un Milieu plus rare dans un autre plus denſe; mais dans le Mouvement contraire la même raiſon conſtante entre les Sinus a lieu. Les Angles ACN, MCB ne changent point,
* 2789. que AC ſoit le Rayon d'Incidence, ou bien que ce ſoit BC *. En ce cas, ſi BC marque la Viteſſe du Rayon d'Incidence, CA marquera la Viteſſe de ce même Rayon après la Refraction; car le Mouvement du Rayon paſſant de X en Z, eſt retardé par l'Attraction, qui ſe fait vers le Milieu X, préciſément comme il eſt accéleré dans le Mouvement contraire.

CHA-

CHAPITRE VI.

De la différence des Actions que divers Corps déploient sur la Lumière.

NOus avons vû que chacune des Particules, dont les Corps 2829.
ſont compoſez, agiſſoit ſur la Lumière; & dans le Chapitre précedent, nous avons ſuppoſé l'égalité de l'Action de toutes ces Particules; quand cette égalité a lieu, il eſt toujours vrai, comme nous l'avons dit, qu'un Milieu plus denſe attire plus fortement la Lumière que ne fait un Milieu plus rare; & par conſequent, que la Refraction d'un Rayon, qui paſſe d'un Milieu plus rare dans un autre plus denſe, ſe fait vers la Perpendiculaire *; en ce cas la Force, qui cauſe la * 2787.
Refraction, ſuit la raiſon de la Denſité du Corps. C'eſt ainſi que nous avons conſideré la choſe, parce qu'il nous a paru qu'il falloit d'abord la rendre auſſi ſimple qu'il étoit poſſible.

Cette manière d'enviſager la Queſtion eſt exactement vraye 2830.
à l'égard de pluſieurs Corps; dans l'Air, le Verre d'Antimoine, la Sélénite, le Verre commun, le Criſtal de roche, & *dans pluſieurs* autres *Corps, la Force, qui cauſe la Refraction, eſt ſenſiblement comme la Denſité*; mais *cette Règle n'eſt point générale.* 2831. 2832.

Car les Particules de divers Corps agiſſent diverſement 2833.
ſur la Lumière; mais on peut rapporter ces Corps à différentes Claſſes, dans chacune deſquelles la Règle indiquée * * 2831.
a lieu.

Nous avons déja fait mention d'une de ces Claſſes *. *Les* 2834.
Corps onctueux, comme le Camphre, l'Huile d'Olive, l'Huile de Lin, l'Eſprit de Térébenthine, & des Corps ſemblables, *forment une* autre *Claſſe.* * 2830.

Dans tous ces Corps, la Force de chaque Particule, en 2835.
fait de Refraction, eſt ſenſiblement la même, & cette Force eſt beaucoup plus grande que celle qui a lieu dans la Claſſe précédente *. * 2830.

Plu-

2836. Plusieurs Corps sont composez de Particules, dont les Actions sur la Lumière tiennent le Milieu entre celles des deux Forces, dont nous venons de parler; ainsi ces Actions pourront être rapportées à des Classes moyennes, quand on voudra déterminer les Actions de plusieurs Corps.

2837. Newton a détermine par rapport à vingt & deux Corps, la Force avec laquelle leurs Particules agissent; & la Table que cet Auteur en a donnée dans son Optique, pourroit comprendre plusieurs autres Corps, en faisant simplement sur chacun d'eux une seule Expérience qui en fit connoitre la Refraction. Nous expliquerons dans le Scholie suivant, comment la Densité d'un Corps étant connue, on peut par le moyen des Expériences faites sur la Refraction connoitre la Force refringente de ses Particules.

2838. Il suit de ce que nous venons de dire, que ce qui a été affirmé dans le Chapitre précedent touchant la Refraction, est applicable à toutes les Classes; cependant, ce qui a été avancé se prouve n'avoir pas toujours lieu, quand la Lumiere passe d'un Corps d'une certaine Classe dans un Corps d'une autre Classe, comme il paroitra par les Expériences suivantes. Nous allons marquer à present les changemens, qu'il faut faire aux Propositions pour les rendre universelles.

2839. Tous les raisonnemens du Chapitre précedent ont pour Fondement, que la Lumiere est attirée par les Corps; & que la Refraction a lieu, quand l'Attraction est plus grande d'un coté que du coté opposé; par tout où cela arrive, nos Démonstrations ont lieu; or cela arrive, toutes les fois que de deux Milieux contigus l'un agit plus fortement sur la Lumiè-

2840. re que l'autre. Ainsi *ce que nous avons démontré sera généralement vrai, si, ce qui a été dit du Milieu le plus dense, est appliqué en général à tout Milieu dont l'Action sur la Lumière est plus grande que celle du Milieu contigu.*

2841. *Cette Action est comme la Force avec laquelle chaque Particule agit* & comme le nombre des Particules, qui agissent à la fois, c'est-à-dire, comme le nombre des Particules contenues dans un Espace déterminé, ou, ce qui revient au même, *comme la Densité du Corps.*

A moins que de corriger ainsi les Propositions avancées dans le Chapitre précedent, que nous avons données telles qu'el-

qu'elles ſe trouvent dans la plupart des Traitez d'Optique, il y en aura pluſieurs, qui ſe trouveront fauſſes.

La Refraction peut avoir lieu à l'égard de la Lumière, en paſſant d'un Milieu dans un autre, *quoique les Milieux ne diffèrent point en Denſité*, contre ce qui eſt dit dans l'Article 2778. 2842.

Quand la Lumière paſſe de l'Alun dans du Vitriol de Dantzik, la Refraction ſe fait vers la Perpendiculaire, & le Sinus d'Incidence eſt au Sinus de Refraction comme 26 à 25; cependant les Denſitez ſont égales; pour ce qui eſt des Forces, avec leſquelles les Particules de ces Corps agiſſent ſur la Lumière, elles ſont comme 20 à 23. 2843.

Il ſe peut auſſi que la Lumière paſſe d'un Milieu dans un autre ſuivant une direction quelconque, *ſans éprouver aucune Refraction, quoique les Milieux ſoient de différente Denſité*; ce qui ne s'accorde pas avec l'Article 2779. 2844.

1. Experience.

Il faut verſer dans un Verre de l'Huile d'Olive; ſi le Verre eſt cylindrique ou conique, les Figures des objets vûs à travers l'Huile, paroiſſent changées, quoique diſtinctes. Il faut avoir de plus un Morceau de Borax, bien tranſparent, mais dont la Figure ſoit ſi irrégulière, & la Surface ſi inégale, que les Objets ne puiſſent s'appercevoir à travers du Borax que très confuſément; ou plutôt, qu'on ne puiſſe rien appercevoir que la Lumière, qui entre irrégulièrement dans les yeux. 2845.

Si l'on plonge ce Morceau de Borax dans l'Huile, on voit les Objets au travers de l'Huile & du Borax préciſément de même qu'à travers l'Huile ſeule; le Borax devient en quelque ſorte inviſible, & quand il y a quelque choſe dans le Borax, on croit l'appercevoir dans l'Huile.

Ainſi la Lumière paſſe en Ligne droite de l'Huile d'Olive dans le Borax & du Borax dans l'Huile, ſans qu'il y ait de Refraction; quoique la Denſité de l'Huile ſoit à celle du Borax comme 6 à 11; mais c'eſt dans cette même Raiſon inverſe qu'eſt l'Action que chaque Particule déploye ſur la Lumière, & il y a compenſation *. 2846.

* 2841.

Il arrive ſouvent que la Lumière, en paſſant d'un Milieu plus denſe dans un autre plus rare, s'approche de la Perpendiculaire. Ce qui eſt contraire à l'Article 2787. 2847.

2. EXPERIENCE.

2848. Nous faiſons cette Expérience avec la Boëte de Glaces
TAB. XC. MI *, dans laquelle nous plaçons la petite Boëte de Glaces
Fig. 6. 7. P (*Fig.* 7.). Le Fond de cette dernière eſt de cuivre; du re-
* 2758. ſte elle eſt faite comme l'autre *.
2759.
* 2759. On pourroit, au lieu de la petite Boëte, ſe ſervir de la
2849. Phiole à pans O (*Fig.* 7.), dont la Partie ſupérieure eſt coupée. En ce cas pour obvier autant qu'il ſe peut à l'irrégularité des Reflexions de la Lumière, il faut rendre les Superficies extérieures du Fond & des cotez auſſi dépolies qu'il ſe peut, en les frottant avec de gros Sable, pour les ternir. Les deux grands cotez oppoſez *m* & *n*, par leſquels la Lumière paſſe, doivent ſeuls reſter polis.

La Boëte a ceci d'incommode, que la Lumière n'en traverſe pas régulièrement les cotez, parce que les Superficies intérieures ne ſont jamais aſſez unies: inconvénient, qui n'eſt gueres ſenſible, quand on verſe dans la Boëte de l'Eſprit de Térebenthine, dont la Force refringente eſt très grande.

2850. On verſe de l'Eau dans la Boëte IM juſqu'à une hauteur quelconque, & de l'Huile de Térebenthine préciſément à la même hauteur dans la Boëte P.

* 2768. La Lumière traverſe la Planchette *, que nous avons employée dans les Expériences du Chapitre précedent, & paſſe en *a b* dans la Boëte MI par le bout ML, perpendiculairement à la Superficie de ce bout; en *c d* la Lumière entre dans la Boëte P, diſpoſée obliquement; *c d* eſt dans le coté *g* de la Boëte P, près d'un des bouts, & la Lumière entre très obliquement dans l'Huile. La Refraction ſe fait vers *e f*, c'eſt-à-dire, en approchant de la Perpendiculaire. Pour que le tout fut plus diſtinct, je n'ai point fait repréſenter le Rayon ſortant de la Boëte P.

2851. La Denſité de l'Eau eſt à celle de l'Eſprit de Térebenthine, comme 8 à 7. Le Sinus d'Incidence dans l'Eau eſt au Sinus de Refraction dans le même Eſprit de Térebenthine, comme 11 à 10. Enfin la Force, avec laquelle les Particules d'Eau agiſſent eſt à celles que déployent les Particules d'Eſprit de Térebenthine, comme 3 à 5.

2852. Quand nous comparons les Forces, avec leſquelles agiſſent les Particules des Corps, nous ne conſiderons que ces Parti-

cu-

cules, qui contiennent une égale quantité de Matière, & non pas les parties infiniment petites, dont les Corps ſont compoſez; car comment ſçavoir ſi ces parties ſont égales, ou non; & ſi l'Action, déployée ſur la Lumière, ne change point par la diſpoſition des plus petites Particules dans des Particules d'un ordre ſupérieur?

Nous comparons auſſi enſemble *les Forces des Particules*, en conſiderant leur Action totale ſur la Lumière, dans le tems qu'elle traverſe l'Eſpace de l'Attraction, & raiſonnons *comme ſi tous les Eſpaces de l'Attraction étoient égaux*, ce qui peut-être n'eſt pas vrai; mais cela ne change rien aux conſéquences, qui peuvent être d'uſage dans l'explication des Phénomènes. 2853.

Quand la Lumière paſſe d'un Corps dans un autre Corps, il ne faut conſiderer que la Différence des Forces; mais il s'agit des Forces entières des Corps, qu'on trouve en multipliant les Denſitez par les Forces de chaque Particule *. En ce cas, une Action plus petite, agiſſant dans un Sens contraire avec une plus grande Action, diminue cette dernière. 2854. * 2841.

Quand la Lumière traverſe différens Milieux, terminez par des Plans parallèles, la Direction dans le dernier Milieu eſt la même, que ſi la Lumière avoit paſſé immédiatement du premier Milieu dans le dernier. Dans les deux cas, la Force entière qui détourne le Rayon de ſa première Direction, eſt la même. La Différence entre la Force de l'Air & celle de l'Eau, eſt à celle qu'il y a entre la Force de l'Air & celle du Verre, à peu près comme 14 à 25. Si la Lumière paſſe immédiatement de l'Air, dans le Verre, la Force qui le détournera de ſa Direction, vaudra 25; mais ſi elle paſſe de l'Air dans le Verre à travers de l'Eau, il y aura deux Actions ſucceſſives, dont la première vaudra 14, & dont la ſeconde ſera égale à la différence entre les Actions de l'Eau & du Verre *, c'eſt-à-dire, à 11, & les Actions vaudront enſemble 25. Si le nombre des Milieux eſt plus grand, la Demonſtration ne laiſſera pas d'être la même, toutes les Différences des Actions moyennes, valant enſemble la Différence des Actions des Milieux extrêmes. Nous ſuppoſons les Milieux terminez par des Plans parallèles, pour que toutes les Directions des Actions s'accordent entr'elles *. 2855. * 2854. * 2780.

2856. D'où nous inférons, qu'il y a moyen de connoître la Refraction d'un Rayon, qui paſſe d'un Milieu dans un autre, ſans avoir fait aucune Expérience à cet égard. Un ſeul Exemple ſuffira pour éclaircir la choſe.

2857. Suppoſons que le Sinus d'Incidence eſt au Sinus de Refraction, quand le Rayon paſſe de l'Air dans l'Eau, comme 4 à 3 : nous avons déja obſervé que ces Sinus, quand la Lumière
* 2811. paſſoit de l'Air dans la Verre, étoient comme 17 à 11 *. On demande quelle raiſon il y a entre ces mêmes Sinus, quand la Lumière paſſe de l'Eau dans le Verre? Si la Lumière paſſoit de l'Air dans le Verre à travers de l'Eau, le Sinus du premier Angle d'Incidence ſeroit à celui du ſecond Angle de Refraction, en même raiſon que 17 à 11. Il faut retrancher de cette raiſon la première Refraction, dans laquelle la Raiſon des Sinus eſt comme 4 à 3. Par la multiplication des Antecedens & des Conſequens, nous ajoutons les raiſons, qui ont lieu enſemble; de même, par la diviſion, nous ſéparons les raiſons, quand il y en a une, qui doit être retranchée de l'autre; la raiſon cherchée eſt donc, celle, qu'il y a entre $\frac{17}{4}$ & $\frac{11}{3}$, c'eſt-à-dire, que les Sinus ſont entr'eux comme 51 à 44. Car c'eſt là préciſément la raiſon qu'il faut, pour que l'inflexion entière ſoit la même que celle, qui a lieu, quand la Lumière paſſe immédiatement de l'Air dans le Verre.

SCHOLIE.

2858. NOus avons dit, qu'à l'aide des Expériences touchant la Refraction, on déterminoit les Proportions des Forces, avec leſquelles les Particules
* 2837. des Corps agiſſent ſur la Lumière * : il nous reſte à expliquer comment cela ſe fait; mais avant que de parler des Forces des Particules, commençons par examiner celles des Corps mêmes.

2859. Quand il s'agit des Forces entières des Corps, il faut conſiderer la Lumière qui paſſe du Vuide dans un Corps; car ſi elle paſſe d'un Corps dans
* 2854. un autre, on ne peut découvrir que la Différence des Forces de ces Corps *; au lieu que la même Règle doit être applicable à tous les cas.

Nous avons dit que nous ignorions, ſi tous les Eſpaces d'Attraction étoient
* 2853. égaux ou non *; nous ajoutons de plus, que nous ignorons pareillement, ſi une Action, qui eſt différente à différentes Diſtances de la Superficie d'un Corps, change ſuivant les mêmes Loix, dans les Eſpaces d'Attraction de

tous

tous les Corps. Comme nous n'appercevons que les Effets entiers, c'eſt-à-dire, les ſeuls changemens produits par le paſſage au travers de l'Eſpace tout entier de l'Attraction, il nous eſt permis de raiſonner, comme ſi les mêmes Loix avoient lieu par tout; de même que nous avons ſuppoſé que les Largeurs de ces Eſpaces étoient égales *. Que ſi les mêmes Loix ont lieu, *les Forces ſont entr'elles, comme elles ſeroient, ſi leur Action étoit uniforme dans toute l'étendue des Eſpaces*, & nous devons raiſonner touchant ces Forces, comme nous ferions à l'égard des Forces Accélératrices, qui augmentent uniformément les Viteſſes, & qui déploient leur Action dans des Eſpaces égaux. * 2853. 2860.

Concevons deux Corps, dont l'un tombe verticalement par AB, & dont l'autre deſcend le long du Plan incliné AD; le Mouvement de ces deux Corps eſt accéleré uniformément, mais ils ſont pouſſez par des Forces inégales. 2861. TAB. XC. Fig. 8.

Suppoſons que l'un ſoit parvenu en B; qu'il ſe meuve avec la Viteſſe acquiſe en tombant par AB, & qu'il continue à deſcendre par BC avec une Viteſſe, qui aille en augmentant. Suppoſons, d'un autre coté, que le ſecond Corps ſoit parvenu en D, & ſe meuve avec la Viteſſe acquiſe en déſcendant par AD. De plus, que ſa Viteſſe augmente en deſcendant par DE, egale à BC. Les Viteſſes étant données, on demande les Forces.

Ayant mené les Lignes horizontales D*d*, E*e*, les Forces Accélératrices ſeront comme AD à A*d*, ou comme AE à A*e* *; c'eſt-à-dire, comme DE ou BC à *de* *. Or les Viteſſes en D & *d*, comme auſſi en E & *e* ſont égales *; donc les quatre Viteſſes données, ſont celles, que le Corps acquerroit en tombant par AB, AC, A*d*, & A*e*; & la même raiſon, qui ſe trouve entre ces Lignes, a lieu entre les Quarrez des Viteſſes en queſtion *. Ainſi BC eſt à *de*, c'eſt-à-dire, la Force, qui accelère le Mouvement du premier Corps, à la Force qui agit ſur le ſecond, comme la Différence entre les Quarrez des Viteſſes du premier Corps eſt à la Difference entre les Quarrez des Viteſſes du ſecond Corps. * 341. * 17, 18. El. V. * 390. * 374.

En appliquant ceci à la Lumière, nous aurons cette Règle générale; *la Force, qui accelère le Mouvement de la Lumière, pendant qu'elle paſſe d'un Milieu dans un autre, eſt à la Force, qui a lieu dans un autre paſſage pareil, comme la Différence des Quarrez des Viteſſes avant & après la ſortie, dans le premier Mouvement, à une ſemblable différence dans le ſecond.* 2862.

Nous avons vû que les Viteſſes de la Lumière dans l'Air & dans l'Eau étoient entr'elles, comme 3 à 4, & que la raiſon de 11 à 17 avoit lieu entre ces Viteſſes dans l'Air & dans le Verre *. Le Sinus d'Incidence eſt au Sinus de Refraction dans le Mouvement de la Lumière, quand elle paſſe de l'Air dans de l'Eſprit de Térebenthine, comme 25 à 17; & par cela même les Viteſſes de la Lumière dans ces Corps, ſont comme 17 à 25 *. De tout ce qui vient d'être dit nous inférons, que les Viteſſes de la Lumière dans l'Air, dans l'Eau, dans le Verre, & dans l'Eſprit de Térebenthine, ſont entr'elles comme 1000, 1333, 1547. 1470. La Lumière a preſque la même Viteſſe dans l'Air que dans le Vuide: & la Différence ſeroit aſſez 2863. * 2811. * 2810.

difficile à exprimer, à moins que d'employer de très grands nombres. Cela étant nous ſuppoſerons que la Viteſſe de la Lumière dans le Vuide eſt auſſi 1000.

Si l'on demande à preſent la raiſon qu'il y a entre la Force entière du Verre & l'Action déployée ſur la Lumière, quand elle paſſe de l'Eau dans de l'Eſprit de Térebenthine; on trouvera que c'eſt la même, que celle qui a lieu entre la Différence des Quarrez de 1547 & de 1000, & celle des Quarrez de 1470 & de 1333 *; Différences, qui ſont comme 1388 à 358.

* 2862.

Les Forces des Corps étant données, celles des Particules ſont aiſées à trouver; car puiſque les premières de ces Forces ſont en raiſon compoſée de ces dernières & des Denſitez, il eſt clair, qu'*il ne faut que diviſer les Forces* connues *des Corps par leurs Denſitez, pour avoir les Forces des Particules exprimées par les Quotiens des Diviſions.*

2864.

Des Quarrez des Viteſſes de la Lumière dans l'Eau, dans l'Eſprit de Térebenthine, & dans le Verre, j'ôte le Quarré de la Viteſſe dans le Vuide, & les Différences ſont comme 778, 1163, 1388, leſquelles expriment les Forces des Corps *; ſi l'on diviſe à preſent les Nombres que nous venons de marquer, par les Denſitez de ces Corps, leſquelles ſont comme 40, 35, 103, nous aurons les Forces des Particules en même raiſon que 195, 333, 135.

2865.

* 2862.

La Force, qui accélère la Viteſſe de la Lumière, quand elle paſſe d'un Milieu moins refringent dans un autre plus refringent, retarde cette Viteſſe quand le paſſage ſe fait en ſens contraire *; d'où il ſuit que ce que nous avons démontré dans ce Scholie touchant l'Accélération de la Lumière, peut, en faiſant les changemens néceſſaires, s'appliquer à la Retardation de la Lumière, quand elle paſſe d'un Milieu plus refringent dans un autre moins refringent.

2866.

* 2828.

CHAPITRE VII.

De la Refraction de la Lumière, quand les Milieux ſont ſéparez par une Superficie Plane.

LES Superficies, qui ſéparent différens Milieux, peuvent être diverſifiées à l'infini; nous n'examinerons que les Superficies planes, & celles qui ſont ſphériques. Il peut auſſi y avoir un nombre infini de varietez relativement aux Rayons, dont nous ne conſidérerons que ceux, qui partent d'un Point, ou qui tendent vers un Point, ou enfin, qui ſont parallèles. Après quoi, nous ſerons en état d'expliquer les principaux Phénomènes de la Lumière.

2867.

I. DE-

1. Definition.

On appelle Rayons divergens ceux qui partent d'un Point, ou qui ſe meuvent, comme s'ils partoient d'un Point. 2868.

Ces ſortes de Rayons s'écartent les uns des autres à meſure qu'ils s'éloignent du Point dont ils ſont partis.

2. Definition.

Le Point, d'où partent les Rayons divergens, s'appelle Point lumineux. 2869.

Il arrive quelquefois, par un Effet de la Reflexion ou de la Refraction, que des Rayons ſe meuvent comme s'ils partoient d'un Point, dont cependant ils ne partent pas. Le nom de divergens ne laiſſe pas néanmoins de leur convenir *. En ce cas, 2870. * 2868.

3. Definition.

Le Point, d'où les Rayons divergens ſemblent partir, s'appelle le Point de diſperſion de ces Rayons. 2871.

4. Definition.

Les Rayons ſont plus divergens, quand ils forment un plus grand Angle. 2872.

Plus les Rayons ſont divergens, en ſuppoſant entr'eux la même Diſtance, moins le Point lumineux eſt éloigné. De même par rapport au Point de Diſperſion; & au contraire. 2873.

5. & 6. Definitions.

Les Rayons qui viennent ſe réunir dans un Point, ou qui s'y réuniroient en continuant à ſe mouvoir, s'appellent convergens; & les plus convergens ſont ceux, qui forment le plus grand Angle. 2874.

7. Definition.

On appelle Foyer le Point où les Rayons convergens viennent ſe réunir. 2875.

8. Definition.

Le Point, où des Rayons convergens ſe ſeroient réunis, s'ils n'avoient pas été interceptez ou détournez, s'appelle le Foyer imaginaire de ces Rayons. 2876.

Plus les Rayons ſont convergens, en ſuppoſant entr'eux la même Diſtance, moins le Foyer, vrai ou imaginaire, eſt éloigné. 2877.

Nous ne conſiderons d'autres Rayons divergens ou convergens,

gens, que ceux qui ſont peu écartez les uns des autres, c'eſt-à-dire, qui, en paſſant d'un Milieu dans un autre, n'occupent qu'un petit eſpace dans la Superficie, qui ſépare les Milieux.

9. & 10. DEFINITIONS.

2878. *Si un des Rayons eſt perpendiculaire à la Superficie dont il s'agit, les Rayons s'appellent directs; mais on les nomme obliques dans tout autre cas.*

2879. *Si des Rayons parallèles paſſent d'un Milieu quelconque dans un autre, d'une refrangibilité différente, & qui en eſt ſéparé par une Superficie plane; ils ſeront encore parallèles après la Refraction:* à cauſe qu'ils ſont également rompus.

1. EXPERIENCE.

2880. Cette Expérience, & toutes celles de ce Chapitre, doivent * 2794. 2795. * 2769. ſe faire dans un Lieu obſcur *. Les Rayons ſont interceptez par une Planchette *, & on ne laiſſe paſſer que ceux dont on a beſoin, par la fente horizontale déterminée à volonté. Nous * 2758. 2759. * 2796. * 2767. nous ſervons de la Boëte de Glaces *, & nous la diſpoſons comme dans la 1re Expérience du Chapitre V *; ou bien nous nous ſervons du Cube de Verre *, placé comme dans la 4me Expérience du même Chapitre. De quelque manière que les Rayons entrent dans l'Eau ou dans le Verre, ou bien ſortent de ces Corps, s'ils traverſent tous la même Superficie, ils reſteront parallèles.

2881. TAB. XCI. Fig. 1. Soient les Milieux X & Z ſéparez par le Plan E S, & dont le premier eſt plus refringent que l'autre; que du Point R partent les Rayons divergens R C, R *b*, R *a*, qui entrent dans le Milieu le plus refringent: ſoit entre ces Rayons R C, perpendiculaire à la Superficie E S; ce Rayon n'éprouvera aucune Refraction *, & continuera ſon chemin par C G. Mais R *b* & R *a* s'approcheront des Perpendiculaires, que nous concevons élevées ſur la Superficie E S, aux Points *b* & *a*. * 2793.

2882. Il eſt aiſé de déterminer la Refraction d'un pareil Rayon incident. Soit R M un Rayon qui parte du Point R, & O R C paſſant par R, & perpendiculaire à la Superficie, qui ſépare les Milieux; de plus, ſoit menée M O, qui ſoit à M R, comme le Sinus d'Incidence eſt au Sinus de Refraction; c'eſt-à-dire, comme la Co-ſecante de l'Angle de Refraction eſt à la

à la Co-ſecante de l'Angle d'Incidence *. En appliquant MO du Point M dans l'Angle MCR, on détermine le Point O, d'où il faut méner par M la Ligne MN, qui coincidera avec le Rayon rompu. * 2813.

Si l'on élève en M, ſur ES, la Perpendiculaire YMV, l'Angle d'Incidence ſera VMR, & l'Angle de Refraction YMN, égal à VMO *. En décrivant de M comme Centre, à l'intervalle MC, un Cercle, les Lignes MO, MR ſeront les Co-ſecantes des Angles de Refraction & d'Incidence; ce qui fait voir que le Rayon rompu MN a été bien déterminé. 2883. * 15. El. I.

Que ſi les Rayons divergens ſont directs, & peu écartez les uns des autres, tels que RC, R*b*, R*a*, le même raiſonnement aura lieu; en ſuppoſant que R*a* eſt à *ra* en même raiſon que les Co-ſecantes, *a*A ſera le Rayon rompu; or comme C*a* eſt très petite, il n'y a point de Différence ſenſible entre R*a* & RC, non plus qu'entre *ra*, & *r*C; donc RC & *r*C ſont auſſi dans la même raiſon conſtante des Co-ſecantes. Voilà pourquoi le Rayon R*b*, & les autres peu écartez les uns des autres ſont rompus, comme s'ils partoient du même Point *r*, & *r* eſt le Point de diſperſion des Rayons rompus. 2884.

Et *dans le cas* en queſtion, *où les Rayons paſſent d'un Milieu moins refringent, dans un autre plus refringent, les Rayons divergens deviennent moins divergens qu'ils n'étoient* *; & la diſtance entre le Point lumineux & la Superficie eſt à la diſtance du Point de diſperſion, comme le Sinus de Refraction eſt au Sinus d'Incidence. 2885. * 2872.

2. Experience.

Nous fermons le bout ouvert de la Boëte AD * avec la Planchette T *. Les Rayons, qui paſſent par le Verre V, deviennent convergens, ont leur Point d'interſection en R, & deviennent divergens. Il ne s'agit pas ici de ſçavoir comment le Verre produit cet Effet, & il en ſera parlé dans la ſuite. Il nous ſuffit ici que ces Rayons ſoient divergens. 2886. TAB. XCI. Fig. 2. * 2765. * 2770.

Quand on fait paſſer directement dans le Cube de Verre * ces Rayons divergens, ils paroiſſent s'y mouvoir, comme s'ils partoient d'un Point plus éloigné. * 2767.

Le même raiſonnement eſt applicable aux Rayons convergens. Soit PQ un Rayon, qui paſſe par les mêmes Milieux Z & X 2887. TAB. XCI. Fig. 1.

Z & X jusqu'au Point *f*. Si l'on méne par le Point *f*, T *f* D H perpendiculaire à la Superficie, qui sépare les Milieux, & que Q T soit à Q *f*, comme la Co-secante de l'Angle de Refraction est à la Co-secante de l'Angle d'Incidence, Q T sera le Rayon rompu, comme il paroit par ce qui a été démontré
* 2883. ci-dessus *.

2888. *Quand les Rayons sont directs, peu dispersez, convergens, & passent dans un Milieu plus refringent, ils deviennent moins convergens.* Les Rayons, comme H D, I *i*, L *l*, qui tendent vers le Foyer imaginaire *f*, se réunissent dans le vrai Foyer F, qui est plus éloigné; pour s'en convaincre, on n'a qu'à appliquer ici le raisonnement que nous avons fait au su-
* 2884. jet des Rayons divergens *.

3. EXPERIENCE.

2889. TAB. XCI. Fig. 3. * 2771. Cette Expérience se fait comme la précedente, il faut seulement changer la situation du Cube de Cristal C, & hausser le Verre de la Planchette * ensorte, que les Rayons passent au dessus du Cube; ces Rayons se réunissent en *f*, & le Point, où ils se réunissent, reste à la même distance de la Planchette, soit qu'on hausse, ou qu'on baisse le Verre.

Que si on le baisse assez, pour que les Rayons convergens entrent dans le Cube, le Point de réunion s'éloigne d'abord jusqu'en F.

2890. * 2789. Les Rayons parcourent les mêmes Lignes de quelque coté qu'ils viennent *; ainsi de ce qui a été démontré touchant le Mouvement des Rayons, qui passent d'un Milieu moins refringent dans un autre plus refringent, on peut déduire ce qui a rapport au Mouvement contraire.

2891. TAB. XCI. Fig. 1. 2892. *Des Rayons divergens, qui dans un Milieu plus refringent* X, *partent d'un Point* F, *& passent dans un Milieu moins refringent* Z, se meuvent, comme s'ils étoient partis du Point *f*, c'est-à-dire, *deviennent plus divergens; les Rayons convergens*, qui tendent vers *r*, se réunissent en R, & *deviennent plus convergens.*

4. EXPERIENCE.

2893. TAB. XCI. Fig. 4. Toutes choses étant disposées comme dans les deux Expériences précedentes, le Cube de Cristal C doit être placé de façon, que le Point lumineux R, que forment les Rayons, après avoir passé par le Verre de la Planchette T, soit dans

la

la Superficie du Cube; les Rayons ſont divergens en traverſant le Cube, & après avoir pénetré dans l'Air, deviennent plus divergens encore.

5. Experience.

Tout demeurant dans le même état que dans l'Expérience précedente, ſi l'on approche le Cube C de la Planchette T de façon, que les Rayons ſoient convergens en traverſant tout le Cube, ils deviendront encore plus convergens dans l'Air & ſe réuniront en F, plus près que s'ils avoient continué à ſe mouvoir comme ils faiſoient dans le Verre. 2894. TAB. XCI. Fig. 5.

Si les Rayons, quoique directs, s'écartent trop les uns des autres, ce qui a été dit des Points de diſperſion, ou des Foyers, ne convient plus à des Points; mais il faut concevoir un petit Eſpace, que les Rayons traverſent & qui eſt plus grand à meſure que les Rayons ſont plus diſperſez. 2895.

Ce qui regarde les Rayons obliques divergens, ou convergens, eſt plus difficile; auſſi ne ferons nous qu'indiquer la choſe, reſervant la Démonſtration pour le Scholie ſuivant. 2896.

Soit B E le Plan, qui ſépare les Milieux Z & X, dont le dernier eſt le plus refringent. Nous ſuppoſons que le Plan de la Figure eſt perpendiculaire à la Superficie B E; comme cela eſt toujours, quand une Superficie eſt repréſentée par une Ligne. 2897. TAB. XCI. Fig. 6.

Suppoſons que des Rayons, peu écartez les uns des autres, partent du Point A; que A B eſt un de ces Rayons, & par conſequent, qu'ils paſſent obliquement de Z en X; ayant mené par A ſur B E la perpendiculaire C A E, il faut trouver le Point D, par lequel paſſeroit le Rayon rompu B I, s'il étoit continué *; le Point de diſperſion des Rayons, après la Refraction, ſe trouvera dans cette Ligne en F; & voici comment on peut s'y prendre pour déterminer ce Point. * 2882. 2887.

Du Point E nous menons ſur A B & ſur D B les Perpendiculaires E H, E L; & par H, où la Perpendiculaire coupe le Rayon incident, nous menons à A E la Parallèle H N, coupant l'autre Perpendiculaire en N; ſi après avoir joint les deux Points N & D, on méne à N D une Parallèle L C, qui rencontre en C la Ligne prolongée D E; & C F, parallèle à B E, on aura le Point cherché F dans l'Interſe- 2898.

ction de C F & de B D, prolongée autant qu'il le faut.

2899. TAB. XCI. Fig. 7. Nous démontrerons dans le Scholie ſuivant, que les Rayons voiſins A B, A *b*, après leur Refraction vont par B I, *b i*, comme s'ils partoient du Point F; mais cette Démonſtration n'a rapport qu'au ſeul Plan de la Figure. Car nous concevons les Rayons, qui partent du Point A, diſperſez de telle façon qu'ils forment un Cone ou une Pyramide. Que ſi nous ſuppoſons un autre Plan, qui paſſe par la Ligne C A D, & qui faſſe un petit Angle avec le Plan de la Figure, ce Plan paſſera par le Cone ou par la Pyramide en queſtion; c'eſt-à-dire, que quelques uns des Rayons, qui partent du Point A, ſeront dans ce Plan. Par le moyen du même Point C on détermine pour ces Rayons un Point comme F, dans le dernier Plan; & tous les Points comme F, qu'on trouve pour le Cone total, ou pour la Pyramide entière, forment une petite portion de la circonference d'un Cercle, dont le Centre eſt C, & qui eſt parallèle à la Superficie E B. Comme cette portion de Circonference eſt très petite, on peut la conſiderer comme une Ligne droite, perpendiculaire au Plan de la Figure.

2900. * 2885. 2888. 2891. 2892. En parlant des Rayons directs, nous avons examiné quatre cas *; dont nous n'avons appliqué juſqu'ici qu'un ſeul aux Rayons obliques; mais ce qui vient d'être démontré peut s'appliquer à tous les cas. Ce que nous avons dit touchant les Rayons A B & D B, peut s'appliquer à tout Rayon incident & rompu enſuite, ſoit qu'il s'agiſſe du Rayon rompu même, ou ſeulement de la continuation de ce Rayon, comme dans l'Exemple preſent; il n'importe pas non plus que l'Angle d'Incidence ſoit plus grand ou plus petit que l'Angle de Refraction; la même conſtruction & les mêmes Démonſtrations ayant toujours lieu.

De ce qui vient d'être dit, nous inférons en général, que

2901. *les Rayons obliques, divergens ou convergens, qui paſſent d'un Milieu dans un autre, ſéparez l'un de l'autre par une Superficie plane, ne ſe meuvent point après la Refraction, comme s'ils partoient d'un Point, & ne tendent pas non plus vers un Point; c'eſt-à-dire, qu'il n'y a pas de Point de diſperſion, ni de Foyer pour des Rayons obliques; quelque peu que les Rayons ſoient diſperſez.*

Dans

Dans ces sortes de cas, comme il a été dit touchant les Rayons directs trop dispersez *, au lieu d'un Point de dispersion ou d'un Foyer, on a un petit Espace, que tous les Rayons traversent; mais il s'agit de sçavoir où ce petit Espace doit être placé. De même que les Rayons traversent en F une petite ligne, ils y passent aussi en D, & c'est entre ces Points que se trouve le Lieu cherché. 2902. * 2895.

Si un Plan perpendiculaire à DF coupe cette Ligne, le petit Espace, dont il s'agit, aura dans ce Plan la Figure d'un Rectangle, dont les cotez seront entr'eux en differente raison, suivant l'endroit, qu'on assigne au Plan. Car rien n'oblige à choisir un petit Espace, dont la hauteur surpasse la longueur, préferablement à un autre où le contraire ait lieu; ainsi l'on peut concevoir le Plan dans l'endroit, où le petit Espace est quarré; & nous considerons cet Endroit, comme si c'étoit le Point de dispersion ou le Foyer des Rayons. Au reste l'endroit en question est différent suivant la différente Dispersion des Rayons, qui partent du Point A. 2903. TAB. XCI. Fig. 6.

Supposons que les Rayons, qui partent de ce Point A, forment un Cone droit. Il faut prendre B P égale à E H & E Q égale à E L; ensuite si l'on mêne les Lignes Q C & P D, dont la derniére continuée coupe F C en S, &, qu'après avoir mené par D une Parallèle à B E, du Point T, où cette Parallèle coupe Q C, on tire la Ligne T S, cette derniére coupera D F en V, qui est le Point cherché. 2904.

Si les Rayons divergens forment un Cone oblique, dont la Base soit dans la Superficie même, qui sépare les Milieux, ce qui arrive quand les Rayons sont interceptez précisément dans la Superficie, & n'y passent que par une petite Ouverture circulaire: le Point cherché se trouvera dans l'Intersection des deux Lignes B F & Q C. Tout ce que nous venons d'avancer sera démontré dans le Scholie suivant. 2905.

SCHOLIE.

Démonstrations de ce qui a été dit de la Refraction des Rayons obliques.

2906. TAB. XCI. Fig. 7. NOus avons dit, que les Rayons voisins AB, A*b*, rompus de façon à parcourir B*I*, *bi*, & prolongez ensuite, s'entrecoupoient en F; il s'agit à present de demontrer que le Point F a été bien determiné *.

*2898. De F comme centre, aux intervalles FD, FB, soient décrits les Arcs D*r*, B*g*; lesquels, étant très petits, peuvent être considerez comme des Lignes droites perpendiculaires à F*b*. De même l'Arc B*o*, décrit de A comme centre, à l'intervalle AB, peut-être consideré comme une Ligne droite perpendiculaire à A*b*.

La Ligne NH doit être prolongée jusqu'en M. Pour avoir des Proportions *, nous comparons ensemble les Triangles semblables DBE, EBL, DEL *, *d*D*r*, B*bg*; les Triangles ABE, EBH, B*bo*, sont aussi semblables entr'eux; de même que BAD & BHM; & enfin FB*g* & FD*r*.

*4. El. VI. *8. El. VI.

* 2883. Il suit de ce qui a été démontré au sujet de la Refraction * que

AB : BD :: A*b* : *bd*.

Altern. & *Invert.* A*b* : AB :: *bd* : BD.

Divid. & *Altern.* A*b* — AB = *bo* : *bd* — BD = *bg* + *dr* :: AB, BD :: BH : BM.

La comparaison des Triangles donne *bg*, B*b*, *bo*, & BL, EB, BH, en Proportion ordonnée;

*22. El. V. Donc par égalité de raison * *bg* : *bo* :: BL : BH;

Mais nous avons eu *bo* : *bg* + *dr* :: BH : BM;

Donc encore par égalité de raison, *bg* : *bg* + *dr* :: BL : BM.

Invert. & *Divid.* *dr* : *bg* :: BM — BL = LM : BL.

Donc D*r*, *dr*, *bg*, & LM, BL, EL, sont en proportion troublée, car D*r* : *dr* :: BL : EL; &

*23. El. V. par égalité de proportion troublée D*r* : *bg* :: LM : EL *.

Les Triangles donnent aussi *bg* : B*g* :: EL : LD;

Donc par égalité de raison D*r* : B*g* :: LM : LD :: LN : LE.

Et c'est en cette même raison que sont FD, FB; parce que D*r* : B*g* :: FD : FB. Nous avons aussi cette raison dans la 6me Figure; car

LN : LE :: CD : CE :: FD : FB;

& il paroit que le Point F a été bien déterminé.

2907. Si nous concevons le Plan de la Figure tournant autour de l'Axe CE, les Rayons AB, A*b*, formeront des Cones, qui auront le même Axe AE; tous les Rayons, qui en partant du Point A passent entre ces Superficies coniques, étant rompus, & continuez vers le coté d'où ils viennent, tendent par D*d* vers des Points comme F, lesquels, tous ensemble, forment un Cercle, décrit par le Point F, dans la Revolution, dont nous venons de parler.

Quand

Quand les Rayons, qui partent du Point A ſont peu divergens, on peut les conſiderer tous, comme s'ils étoient du nombre de ceux, qui ſont contenus ainſi entre les Superficies en queſtion, ce qui démontre la vérité de ce que nous avons dit ci-deſſus *. * 2899.

Le Cone, formé par des Rayons peu divergens, peut être conçu comme placé au deſſous du Plan de la Figure, & comme touchant ce Plan; en ce cas la petite Ligne en F, que les Rayons traverſent, eſt toute entière au deſſus du Plan *; & tous les Rayons, qui ſont entre D & F forment une Pyramide, dont la Baſe eſt D*d*F, & le ſommet le Point le plus élevé de la petite Ligne en F. 2908. * 2899.

Le Triangle D*r d* eſt infiniment petit par rapport à FD*d*; c'eſt pourquoi nous pouvons ſubſtituer à cette Baſe le Triangle FD*r*. Pour démontrer maintenant ce que nous avons avancé touchant la manière de déterminer le Point qu'on prend pour le Point de Diſperſion, ou pour le Foyer *, il faut déterminer la raiſon qu'il y a entre D*r*, & la petite Ligne, qui détermine la hauteur de la Pyramide, & que nous nommerons *a*. * 2904. 2905.

Suppoſons d'abord que les Rayons divergens forment un Cone droit, dont la Section, dans la Superficie, qui ſepare les Milieux, ſoit une Ellipſe, laquelle aît ſon grand Axe égal à *Bb*, & ſon petit Axe égal à B*o*, & perpendiculaire au Plan de la Figure. 2909.

Nous laiſſons là *Bb*, & conſiderons B*g*, dont *Bb* détermine la grandeur.

Comme FB à FD, ou CE à CD, ainſi B*g* à D*r*.

Comme DB à DF, ou DE à CD, ainſi B*o* à la grandeur *a*;

parce que le Sommet des Triangles ſemblables, dont nous avons déduit la Proportion, eſt entre D & *d*.

Si nous ſubſtituons aux petites Lignes B*g*, B*o*, d'autres Lignes, qui ſoient en même raiſon, les derniers termes de ces Proportions nous donneront des Lignes, qui ſeront entr'elles comme D*r* & *a*. 2910.

Les Triangles ſemblables donnent B*g*, *Bb*, B*o*, & EL, EB, EH, en Proportion ordonnée; donc par égalité de raiſon B*g*:B*o*::EL: EH. 2911.

Nous avons auſſi (*Fig.* 6). CE:CD::EQ=EL:DT;

& DP:SD::DE:CD::BP=EH:FS. * 2910.

Donc DT:FS::D*r*:*a* *. 2912.

Si nous ſuppoſons la Pyramide, dont nous avons fait mention ci-deſſus *, coupée en V, la largeur de la Section ſe trouvera par cette Proportion, 2913. * 2908.

DF:FV::DS:S*y*::D*r*: à la Largeur.

La Hauteur ſe détermine par cette autre Proportion,

DF:DV::DS:D*y*::*a*, eſt à la Hauteur.

En mettant pour D*r* & *a*, des quantitez qui ſont en même raiſon, ſçavoir DT & FS *, le quatrième terme de l'une & de l'autre Proportion ſera V*y*; d'où il ſuit que la Section forme un Quarré, & a été déterminée, comme il le falloit, dans la conſtruction *. * 2912. * 2904.

Si les Rayons divergens forment un Cone oblique dont la Baſe ſoit dans la Superficie, qui ſepare les Milieux, & que le Diamètre du Cercle ſoit égal 2914.

à *Bb*

à B*b*, il faudra prendre cette Ligne à la place du petit Axe de l'Ellipſe; c'eſt-à-dire, qu'il faudra appliquer à B*b* ce qui a été dit de B*o*, & par cela
* 2911. même ſubſtituer EB à EH *; le Point P tombera alors en E, la Ligne PS coincidera avec EC, comme auſſi ST avec CT, & le Point V ſe trouvera dans l'Interſection des Lignes BF, QC, comme nous l'avons marqué dans l'Article 2905.

CHAPITRE VIII.

De la Refraction de la Lumière, quand les Milieux ſont ſeparez par une Superficie Sphérique.

2915. IL s'offre ici à examiner pluſieurs Cas, ſur leſquels je n'ai pas deſſein de m'étendre beaucoup; je commencerai par indiquer en géneral ce qui a rapport au Mouvement, dont il s'agit, & j'ajouterai enſuite quelques conſiderations plus particulières.

TAB. XCV. Fig. 1, 2, 3, 4. Soient Z & X des Milieux, ſéparez l'un de l'autre par une Surface Sphérique, dont le Centre eſt C; & que X ſoit plus refringent que Z.

2916. *Un Rayon incident, qui paſſe par le centre d'une Superficie ſphérique, ou qui y paſſeroit, s'il continuoit ſon che-*
* 2793. *min, n'eſt point détourné dans ſa route par la Refraction* *;
2917. car *une Superficie ſphérique peut être conſiderée comme compoſé d'un nombre infini de Plans infiniment petits*, perpendiculaires aux extrémitez des Diamètres.

2918. Ainſi les Angles d'Incidence & de Refraction, ſont ceux que les Rayons incidens, ou rompus, font avec ces Diamètres.

2919. Soit NM un Rayon incident; on demande le Rayon rompu. Il faut mener par le Centre C la Ligne CM, comme auſſi BCD, parallèle au Rayon NM; prenant enſuite à diſcretion le Point d, j'applique dans l'Angle MCd la Ligne dm, qui eſt à dC, comme le Sinus d'Incidence au Sinus de Refraction; & le Rayon rompu MD, ou M*d*, ſera parallèle à md.

2920. MC fait avec CD d'un coté un Angle obtus & de l'autre un Angle aigu; quand dm ſurpaſſe dC, on applique la premiere

mière de ces Lignes dans l'Angle obtus; ſi non c'eſt dans l'Angle aigu que ſe fait l'application; c'eſt ce qui a toujours lieu, quand un Rayon paſſe d'un Milieu plus refringent dans un autre moins refringent.

Si en ce cas la Ligne d m n'eſt pas aſſez longue, pour que l'application puiſſe ſe faire, la Refraction eſt impoſſible, & le Rayon ne paſſe pas dans le Milieu moins refringent. Alors, ſi de l'Angle d'Incidence connu, nous voulions déduire par calcul l'Angle de Refraction*, nous le trouverions plus grand qu'un droit; ce qui fait voir que la Refraction étoit impoſſible. 2921. * 2809.

Nous avons fait m d, d C, proportionelles aux Sinus des Angles d'Incidence & de Refraction: or, comme ces Lignes ſont en même raiſon que M D à D C, il ſuit que le Rayon rompu ſe trouvera bien déterminé, ſi l'on fait attention à ces deux choſes. 2922.

Que *dans tout Triangle, les Sinus des Angles ſont proportionels aux Cotez oppoſés à ces mêmes Angles:* & que *tout Angle a le même Sinus que ſon Complement à deux droits.* 2923. 2924.

D'où il ſuit que dans le Triangle M D C, les Cotez M D, D C, ſont entr'eux, comme les Sinus des Angles M C D, ou M C B, & C M D; leſquels ſont par conſequent, comme le Sinus d'Incidence au Sinus de Refraction; or l'Angle M C B eſt égal à l'Angle d'Incidence *; donc C M D eſt l'Angle de Refraction, ou le Complement de cet Angle à deux droits. 2925. *29. El. I.

Quand le Point D tombe dans le Milieu, où eſt le Rayon incident, ce qui arrive lorſque la convexité de la Surface ſphérique eſt tournée vers le Milieu plus refringent, le Rayon rompu n'eſt plus la Ligne D M, mais en eſt une continuation. 2926.

Il paroit par ce que nous venons de dire, comment *des Rayons directs, parallèles, & peu écartez l'un de l'autre,* ſont rompus *en paſſant d'un Milieu dans un autre, ſéparé du premier par une Surface ſphérique.* 2927.

Le Rayon A B ne change point de direction; *a b* eſt rompu, & ſuit la direction *b* F, ou *b f*; outre cela, *b* F eſt à F C, comme le Sinus d'Incidence au Sinus de Refraction; or B *b* étant très petite, B F & *b* F peuvent paſſer pour égales. Cela

la étant, ſi l'on détermine F de façon, que B F ſoit à F C dans la raiſon indiquée des Sinus d'Incidence & de Refraction, F ſera le Foyer, ou le Point de diſperſion de tous les Rayons rompus qui ſont parallèles à A B, & qui entourent ce Rayon à une petite diſtance. Ces Rayons rompus *ſont convergens, quand la convexité de la Surface ſphérique eſt vers le Mi-*
2928. *lieu moins refringent*, & ſe raſſemblent alors en F. *Quand la Surface eſt diſpoſée d'une façon contraire* à celle que nous venons de marquer, *les Rayons ſont divergens*, & ſe meu-
* 2926. vent, comme s'ils partoient du Point F *.

2929. Nous allons enviſager à préſent d'une manière générale tous les différens cas des Rayons directs & peu écartez les uns des autres.

Il faut obſerver par rapport à ces Rayons, que nous comprendrons ceux, qui partent d'un Point, ou qui tendent vers un Point, ſous une ſeule phraſe, en diſant, qu'ils appartiennent à un Point. Ces Rayons peuvent être conſiderez, après la Refraction, comme appartenant à un ſeul & même Point, ſans riſque d'erreur ſenſible, comme nous l'avons démontré touchant les Parallèles; c'eſt ce qui ſera prouvé dans le premier des Scholies ſuivans; où nous donnerons la démonſtration d'une Règle générale, par le moyen de laquelle on pourra déterminer la Refraction dans tous les cas; on pourroit exprimer cette Règle plus ſimplement, en appellant le Point auquel les Rayons appartiennent, le Point de ces Rayons. Voici quelle eſt cette Règle.

2930. *La Diſtance entre le Point des Rayons incidens & le Point des Rayons parallèles rompus, venant du coté oppoſé, eſt à la diſtance entre ce même Point des Rayons incidens & la Surface, qui ſépare les Milieux, comme la diſtance entre ce Point des Rayons parallèles, venant du coté oppoſé, & le Centre de la Surface, à la diſtance entre cette Surface, & le Point des Rayons rompus.*

2931. Soit Z le Milieu le moins refringent, & X le plus refrin-
TAB. XCV. Fig. 5, 6, 7, 8. gent; R le Point des Rayons incidens, ſoit qu'il ſoit le Point d'où partent les Rayons divergens, ou le Foyer imaginaire des Rayons convergens; ſoit de plus E le Foyer *, ou le Point
* 2927. * 2928. de diſperſion * des Rayons parallèles, qui viennent du coté oppoſé; C le Centre de la Surface B V, qui ſépare les Mi-

lieux;

lieux; enfin ſoit F le Point des Rayons rompus, c'eſt-à-dire, le Foyer des Rayons convergens, ou le Point de diſperſion des Rayons divergens. Suivant la Règle *, R E eſt à R V, comme E C à V F: proportion, au ſujet de laquelle il faut obſerver, que V F ſe trouve du même coté que E C, quand R E & R V ſont du même coté du Point R; que ſi R tomboit entre E & V, E C ne pourroit plus ſe trouver du même coté que V F. * 2930.

Ces quatre Figures peuvent encore ſervir, quand il s'agit d'un Mouvement contraire; alors F eſt le Point des Rayons incidens, & R celui des Rayons rompus; mais en ce cas, au lieu de E il faut prendre e pour Foyer des Rayons parallèles oppoſez, & la Proportion ſe change en celle-ci, F e eſt à F V, comme e C à V R. 2932.

Si, ſans ſe mettre en peine de déterminer avec une exacte préciſion la grandeur de la Refraction, on veut ſçavoir ce qui doit arriver dans les différens cas, il faut ſimplement faire attention, ſi la Refraction ſe fait en s'approchant ou en s'écartant de la Perpendiculaire. Par là on verra, 2933.

Que, *ſi la Lumière paſſe d'un Milieu moins refringent dans un autre plus refringent, ſéparez l'un de l'autre par une Surface ſphérique, dont la convexité ſe trouve du coté du premier Milieu*, les Propoſitions ſuivantes ont lieu. 2934.

Les Rayons parallèles deviennent convergens.

I. EXPERIENCE.

Nous joignons les deux Boëtes D A* & P*, de façon, que la Surface convexe du Verre V ſoit en dehors, & nous rempliſſons d'Eau la dernière de ces Boëtes. La direction du Rayon eſt horizontale, comme dans les Expériences des deux Chapitres précedens. 2935. TAB. XCII. Fig. 1. * 2765. * 2761.

La Lumière entre dans la première Boëte par l'Ouverture *d*, & les Rayons parallèles forment un Cylindre, qu'à l'aide d'un peu de Pouſſière de farine on apperçoit très diſtinctement *. Ces Rayons traverſent la Superficie convexe du Verre en pénetrant dans l'Eau, deviennent convergens, & concourent en F. * 2801.

Les Rayons divergens, quand le Point lumineux eſt aſſez éloigné, deviennent auſſi convergens; ſi l'on approche davantage le Point lumineux le Foyer s'éloigne, & au contraire. 2936.

2. EXPERIENCE.

2937. TAB. XCII. Fig. 2. * 2772. Tout reſtant comme dans l'Expérience précedente, nous faiſons uſage de la Planchette T*, garnie d'un Verre, qui raſſemble les Rayons du Soleil à la diſtance de quatre ou cinq Pouces: ces Rayons forment le Point lumineux R, & ſont divergens quand ils tombent ſur la Surface convexe du Verre; en entrant dans l'Eau ils deviennent convergens, & ſe réuniſſent au Foyer F; ce Foyer s'éloigne quand par le Mouvement de la Planchette T on fait approcher le Point lumineux R, & au contraire.

2938. *On peut faire approcher le Point lumineux* de la Surface, qui ſépare les Milieux, *enſorte* que le Foyer s'éloigne à une diſtance infinie, c'eſt-à-dire, *que les Rayons rompus deviennent parallèles.*

3. EXPERIENCE.

2939. TAB. XCII. Fig. 3. Tout demeurant comme dans l'Expérience précedente, il faut faire avancer lentement la Planchette T, afin qu'en approchant le Point lumineux R, le Foyer s'éloigne; & il ſera facile de trouver l'endroit où la Planchette doit être, pour que les Rayons rompus ſoient parallèles.

2940. *Si le Point lumineux* R *approche encore davantage, les Rayons rompus deviendront divergens, quoique moins divergens qu'avant la Refraction.*

4. EXPERIENCE.

2941. TAB. XCII. Fig. 4. Dans cette Expérience la Planchette T eſt moins éloignée de V, que dans la précedente; tout le reſte eſt de même. Les Rayons, en pénetrant dans l'Eau, deviennent divergens, mais moins cependant que dans l'Air.

2942. *Si les Rayons incidens ſont convergens, & tendent vers le Centre de la Surface ſphérique, ils n'éprouvent aucune Refraction.*

2943. * 2787. 2840. Mais *s'ils ſont dirigez vers un autre Point*, comme leur Refraction ſe fait vers la Perpendiculaire*, ces Rayons convergens ſont rompus enſorte, que leur Foyer ſe trouve toujours entre le Centre de la Surface qui ſépare les Milieux, (vers lequel toutes les Lignes perpendiculaires à cette Surface ſont dirigées) & le Point, vers lequel tendent les Rayons incidens; c'eſt-à-dire, *ſi le Foyer imaginaire des Rayons incidens ſe trouve à une moindre diſtance que le Centre, les Rayons rom-*

rompus ſeront moins convergens; ils deviendront plus convergens ſi le Foyer imaginaire eſt au de là du Centre.

Le dernier de ces cas eſt le ſeul qu'on puiſſe commodément rendre ſenſible par une Expérience.

5. Experience.

Cette Expérience ne diffère encore des précedentes que par la ſeule Situation de la Planchette T. En approchant davantage cette Planchette de la Surface V, qui ſépare l'Eau de l'Air, les Rayons entreront convergens dans l'Eau. Cela étant, ſi l'on diſpoſe la Planchette de telle ſorte, que les Rayons ſoient dirigez vers un Point plus éloigné de la Surface V, que ne l'eſt le Centre même de cette Surface, les Rayons rompus deviendront plus convergens. 2944. TAB. XCII. Fig. 5.

Si nous concevons à preſent *la Surface convexe tournée vers le Milieu le plus refringent, & la Lumière*, comme dans les cas précedens, *paſſant du Milieu moins refringent, dans un autre plus refringent*, nous découvrirons de la même manière les Phénomènes ſuivans, en faiſant attention, que la Refraction ſe fait vers la Perpendiculaire. 2945.

Les Rayons parallèles deviendront divergens.

6. Experience.

Toutes choſes étant diſpoſées comme dans la première Expérience, on tourne la Boëte P, afin que la Surface convexe, par où paſſent les Rayons, ſoit du coté de l'Eau; cela étant, les Rayons ſeront divergens dans l'Eau. 2946. TAB. XCII. Fig. 6.

Si les Rayons ſont divergens, & que le Point lumineux ſoit dans le Centre de la Surface, qui ſépare les Milieux, les Rayons ne ſeront point rompus. 2947.

Si le Point lumineux eſt moins éloigné de la Surface, les Rayons rompus ſeront moins divergens. Mais *ſi ce Point eſt à une plus grande diſtance de la Surface que n'en eſt le Centre même de cette Surface, les Rayons rompus s'écarteront davantage les uns des autres qu'avant la Refraction.* 2948.

7. Experience.

La Boëte P reſtant dans la Situation que nous avons marquée, le reſte ſe fait comme dans la 2de Expérience *; & les Rayons divergens deviennent encore plus divergens en pénetrant dans l'Eau. 2949. TAB. XCII. Fig. 7. * 2937.

Si les Rayons ſont convergens, & que le Foyer imaginaire 2950.

ſe trouve dans le Milieu le plus refringent, à une petite diſtance de la Surface, qui ſépare les Milieux, les Rayons rompus continuent à être convergens, mais moins qu'avant la Refraction.

Si le Foyer imaginaire des Rayons incidens s'éloigne, c'eſt-
2951. à-dire, *ſi les Rayons ſont moins convergens, ils ſeront auſſi moins convergens étant rompus, juſqu'à ce que le Foyer imaginaire s'éloigne aſſez pour que ces Rayons rompus deviennent parallèles.*

2952. *Si le Foyer imaginaire s'éloigne encore davantage, les Rayons rompus deviennent divergens.*

8. EXPERIENCE.

2953. TAB. XCII. Fig. 8. Tout étant diſpoſé, comme dans l'Expérience précedente, ſi l'on approche la Planchette T de la Surface enſorte, que les Rayons entrent convergens dans l'Eau, & que le Foyer imaginaire ſoit peu éloigné de la Surface, les Rayons rompus déviendront moins convergens, & ſe réuniront au Point F.

2954. TAB. XCII. Fig. 9. A meſure qu'on approchera davantage la Planchette le Foyer s'éloignera, & les Rayons deviendront à la fin parallèles.

2955. TAB. XCII. Fig. 10. Ces mêmes Rayons deviennent divergens, ſi l'on diminue encore leur convergence avant la Refraction.

Nous déterminons de même ce qui doit arriver *quand la*
2956. *Lumière paſſe d'un Milieu plus refringent dans un autre moins refringent*; & premièrement, *ſi la Surface convexe eſt tournée vers le Milieu le moins refringent.*

Les Rayons parallèles concourent en un Foyer après la Refraction.

2957. *Les Rayons, qui partent d'un Point lumineux, ſe réuniſſent* auſſi *dans un* Point ou *Foyer, qui s'éloigne quand le Point s'approche & au contraire.*

2958. *Le Point lumineux peut être diſpoſé enſorte*, que le Foyer ſe trouve à une diſtance infinie, & par cela même, *que les Rayons rompus ſoient parallèles.*

2959. *Si le Point lumineux approche encore davantage, les Rayons rompus ſont* divergens; mais *moins divergens qu'avant la Refraction, ſi le Point lumineux ſe trouve à une plus grande diſtance de la Surface que le Centre.*

Mais

Mais *ſi le Point lumineux étoit entre la Surface & le Centre, les Rayons rompus ſeroient plus divergens.* 2960.

Si les Rayons ſont convergens, leur convergence augmentera dans tous les cas. 2961.

9. Expérience.

Nous employons dans cette Expérience la longue Boëte AB ouverte de coté *, & nous plaçons en travers, & à angles droits, la petite Boëte FE *, de façon, que les Rayons, qui entrent dans la grande Boëte par l'Ouverture *d*, & qui en ſuivent la direction, traverſent perpendiculairement le Verre plan de la petite Boëte, & en ſortent par le Verre V dont le coté convexe eſt en dehors. 2962. TAB. XCIII. Fig. 1. * 2755. * 2766.

La petite Boëte eſt remplie d'Eau, & les Rayons, parallèles dans l'Air, conſervent leur direction dans l'Eau *, & paſſent par la Surface ſphérique, dont le Centre eſt du coté de l'Eau, ce qui les rend convergens en pénétrant dans l'Air. * 2793.

10. Expérience.

Tout demeurant dans le même état, il faut diſpoſer la Planchette T, garnie d'un Verre convexe *, de telle ſorte, que des Rayons divergens entrent dans l'Eau par la Surface du Verre plan de la Boëte E; alors les Rayons, qui reſtent divergens dans l'Eau *, pénétrant dans l'Air, deviennent convergens. 2963. TAB. XCIII. Fig. 2. * 2772.

Si le Point lumineux s'approche le Foyer s'éloignera, & à la fin les Rayons ſortiront de l'Eau parallèles. 2964. TAB. XCIII. Fig. 3.

Si l'on continue encore à approcher le Point lumineux, de ſorte qu'il ſe trouve dans la Surface du Verre Plan, les Rayons divergens reſtent divergens en paſſant dans l'Air, mais ſont cependant moins divergens que dans l'Eau. 2965. TAB. XCIII. Fig. 4.

11. Expérience.

Si l'on approche la Planchette T de la Boëte E, de façon que les Rayons ſortent convergens de l'Eau, leur convergence ſera encore augmentée dans l'Air. 2966. TAB. XCIV. Fig. 1.

Il nous reſte à conſiderer *les Rayons qui paſſent d'un Milieu plus refringent, dans un autre qui l'eſt moins, en ſuppoſant la Surface concave tournée vers le Milieu le moins refringent.* Ces Rayons, *s'ils ſont parallèles, deviennent plus divergens par la Refraction.* 2967.

S'ils partent d'un Point lumineux, ils ſont plus divergens. 2968.

Cette

2969. *Cette Divergence augmente à meſure que le Point lumineux approche davantage.*

2970. *Les Rayons convergens, qui tendent vers le Centre de la Surface ſphérique, n'éprouvent aucun changement.*

2971. *Si ces Rayons ſont plus ou moins convergens, le Foyer imaginaire des Rayons incidens ſera toujours entre le Centre de la Surface, qui ſépare les Milieux, & le Foyer des Rayons rompus, qui peut s'éloigner* à l'infini, *enſorte que les Rayons rompus deviennent parallèles.*

12. EXPERIENCE.

2972. TAB. XCIV. Fig. 2. Cette Expérience ſe fait à peu près comme la 9me; on change ſeulement la ſituation de la Boëte FE, de manière que les Rayons traverſent le Verre R; en ce cas les Rayons, qui ſont parallèles dans l'Eau, deviennent divergens en pénétrant dans l'Air.

13. EXPERIENCE.

2973. TAB. XCIV. Fig. 3. Si, en faiſant uſage de la Planchette T, les Rayons ſont divergens dans l'Eau, ils ſortiront plus divergens encore: Divergence, qui augmentera à meſure que le Point lumineux ſera plus près.

14. EXPERIENCE.

2974. TAB. XCIV. Fig. 4. Si en approchant la Planchette comme dans l'Expérience 11me, les Rayons tombent convergens ſur la Surface convexe du Verre R, ils ſeront moins convergens en pénétrant dans l'Air.

2975. Quand la Planchette T approche de la Boëte E, le Foyer s'éloigne, ce qui rend enfin les Rayons parallèles.

2976. La proximité étant plus grande, les Rayons deviennent divergens.

2977. S'il y a pluſieurs Points lumineux, & que de ces Points il paſſe des Rayons directement dans le Milieu le plus refringent, à travers une Surface ſphérique, dont le coté convexe eſt tourné vers le Milieu le moins refringent, chacun de ces Points aura ſon Foyer *; & chaque Foyer ſera avec ſon Point lumineux, dans une même Ligne droite, qui paſſera par le Centre de la Sphère, dont la Surface eſt une portion. Quand tous les Points lumineux ſont également éloignez de de cette Surface, qui ſépare les Milieux, tous les Foyers en ſont auſſi également éloignez de l'autre coté.

* 2936.

Or,

Or comme toutes les Lignes en queſtion paſſent par le même Point, elles forment deux Pyramides oppoſées par le Sommet, & ſemblables; d'où il ſuit que tous les Foyers ſont diſpoſez entr'eux comme leurs Points lumineux, mais dans un ſens contraire.

Si tous ces Foyers tombent ſur une Surface blanche, & que la Lumière extérieure ne ſoit pas trop forte, ils repréſenteront les Points lumineux dans une Situation renverſée. Au reſte il faut que les Points lumineux occupent un petit Eſpace, afin que les Rayons, qui partent de chacun d'eux, ſoient directs & pas trop diſperſez.

15. Experience.

Tous les Points de la Surface de la Flamme C ſont des Points lumineux; on place à la diſtance de deux ou trois Pieds de la Chandelle la Boëte P *, de manière, que le Verre, dont la Surface convexe eſt en dehors, ſoit tourné vers la Chandelle, & que la Lumière en paſſant par le Verre traverſe la Boëte ſuivant ſa Longueur. 2978. TAB. XCVI. Fig. 1. * 2761.

La Boëte doit être miſe ſur une petite Table *, afin de faire enſorte que ſon Ouverture réponde à la hauteur de la Flamme. Par le moyen du Papier A B, teint de quelque Couleur obſcure, on intercepte la Lumière, afin qu'il n'en entre dans la Boëte que par l'Ouverture *d*, dont le Diamètre eſt d'un demi-Pouce. * 2773.

On remplit la Boëte d'Eau, & l'on cherche en tâtonnant la ſituation de la Planchette T, teinte en blanc *, pour que les Foyers des Points lumineux ſoient ſur la Superficie de la Planchette, & que chacun d'eux en éclaire un Point; alors la Flamme de la Chandelle ſe trouvera repréſentée diſtinctement ſur cette Planchette, mais l'image en ſera renverſée. * 2762. 2764.

Je vais parler à preſent des Rayons obliques, peu écartez les uns des autres; en me contentant néanmoins d'indiquer les Propoſitions relatives à cette Matière, & dont je reſerve la Démonſtration pour les Scholies ſuivans. 2979.

Soit X le Milieu le plus refringent, & Z le moins refringent; que le Rayon A B paſſe d'un Milieu dans un autre, en tombant obliquement ſur une Surface ſphérique, qui ſépare ces Milieux & dont le Centre eſt C. Il faut mener par ce 2980. TAB. XCVI. Fig. 2, 3.

Centre la Ligne H C D, parallèle à A B; & ayant déterminé
* 2919. le Rayon rompu B D *, mener à B D une perpendiculaire C L, & à cette dernière la Parallèle B G, qui coupe D C en G. Au Point B ſoit menée à la Surface, qui ſépare les Milieux, une Tangente, qui rencontre la même Ligne D C en H. Si l'on méne la Ligne H L, qui coupe B G en I, & qu'on faſſe I F parallèle à A B, cette Parallèle coupera le Rayon rompu B D en F, qui ſera le Point où tous les Rayons, parallèles à A B, & peu éloignez de lui, viendront ſe réunir après la Refraction.

2981. Si les Rayons obliques ſont divergens, ou convergens, & peu écartez les uns des autres, la conſtruction ſuivante donnera le Foyer ou le Point de diſperſion.

2982. Soit R le Point lumineux, ou le Foyer imaginaire des
TAB. XCVI. Fig. 4, 5. Rayons incidens; R B un des Rayons incidens, ou la continuation de ce Rayon; B F le même Rayon rompu *, & ſa
* 2919. continuation B L; ſoit E le Foyer ou le Point de diſperſion des Rayons parallèles, qui viennent de l'autre coté, ſuivant la
* 2980. direction F B *.

Le Point G ſe détermine par cette Proportion, comme le Sinus de Refraction eſt au Sinus d'Incidence, ainſi E B eſt à E G.

De C, Centre de la Surface, qui ſépare les Milieux, ſoient menées C L, C D, perpendiculaires aux Lignes B H, B R; joignant enſuite D & L par une Ligne, & faiſant R H parallèle à D L, on trouvera le Point cherché F, ſi l'on fait comme R E à E G ainſi H B à B I, & qu'on méne I F auſſi parallèle à D L.

2983. Quand R E & E G tendent vers le même coté, la même choſe a lieu à l'égard de H B, B F, comme dans la quatrième Figure; mais ſi les deux premières Lignes tendent vers des cotez oppoſez, il en eſt de même de la direction de H B, & de B F, comme dans la cinquième Figure; ce qu'on pourroit exprimer ainſi; que le Point B eſt par rapport à F & H, comme E par rapport à G & R.

2984. Il faut rapporter ici ce qui a été dit des Rayons obliques
* 2899. dans le Chapitre précedent *; que les démonſtrations n'ont lieu qu'à l'égard du Plan de la Figure.

2985. Si les Rayons parallèles forment un Cylindre, dont la Section par

par l'Axe se trouve entre AB, *ab*, les Rayons traverseront une petite Ligne, perpendiculaire au Plan de la Figure en F; & passeront ensuite par la petite Ligne D *d*. Si l'on conçoit entre F & D un Plan, sur lequel les Rayons tombent directement, ils y feront une Tache rectangulaire, qui tiendra lieu de Foyer ou de Point de dispersion, dès qu'elle aura la Figure d'un Quarré *. TAB. XCVI. Fig. 2.

* 2903.

Ce que nous venons de dire a lieu aussi par rapport aux Rayons divergens & convergens; tous les Rayons traversent une petite Ligne, perpendiculaire en F au Plan de la Figure; & ces mêmes Rayons traversent dans ce même Plan une petite portion de la Ligne, qui passeroit par R & C, & dans laquelle cette petite portion seroit déterminée par l'intersection des Lignes B F, *b* F, prolongées s'il en étoit besoin. 2986. TAB. XCVI. Fig. 4, 5.

Les Lieux, où les Taches sont quarrées, peuvent se déterminer par des constructions semblables à celles, que nous avons données dans le Chapitre précedent, ce que j'expliquerois ici plus clairement, si cette détermination pouvoit aider à rendre raison des Phénomènes.

Si j'ai parlé de la manière de déterminer le Point F, c'est afin de faire voir, que dans ces sortes de cas, ce que nous avons démontré dans une autre occasion*, a lieu aussi, sçavoir; que *les Rayons obliques, divergens ou convergens, quelque peu qu'ils soient écartez les uns des autres, n'ont pas de Foyer ni de Point de dispersion, si les Milieux sont séparez par une Surface sphérique:* Proposition, qui est une conséquence de ce que j'ai dit touchant la Tache ou le petit espace, que les Rayons traversent entre F & D. * 2901. 2987.

Tous les changemens, qui arrivent à la Lumière, du moins ceux qui sont mentionez dans ce Chapitre, *sont plus sensibles, à mesure que la Surface, qui sépare les Milieux, est* plus courbe, c'est-à-dire, est *la portion d'une plus petite Sphère.* 2988.

SCHOLIE I.

Démonſtration de la Règle donnée dans l'Article 2930, *touchant la manière de déterminer la Refraction des Rayons directs.*

2989. TAB. XCV. Fig. 5, 6, 7, 8. Suppoſons que le Rayon RB ou *r*B, ſe rompe en ſuivant BF, ou ſuivant cette même Ligne continuée B*f*; il faut démontrer, en ſuppoſant tout ce ce qui a été expliqué dans l'Article 2931, que la Refraction eſt bien déterminée

L'Angle d'Incidence eſt RBC ou le complement de cet Angle à deux droits. L'Angle de Refraction eſt CBF ou ſon complement à deux droits.

* 2789. Si EB eſt un Rayon incident, ce Rayon rompu ſera B*a* *; l'Angle d'Incidence ſera EBC, ou ſon complement à deux droits; & l'Angle de Refraction *a*BC, ou ſon complement à deux droits. Tous ces Angles, (ou du moins leurs complemens, dont il faut ſe ſervir alors,) ſont petits, & par cela même entr'eux comme leurs Sinus; donc, puiſqu'il y a une raiſon conſtante entre le Sinus d'Incidence & celui de Refraction, il y a auſſi en ce cas, c'eſt-à-dire, quand les Angles ſont fort petits, cette même raiſon conſtante de Refraction, entre la différence des Angles d'Incidence & celle des

* 16, 17. EL. V. * 29. EL. I. Angles de Refraction *; c'eſt-à-dire, que cette raiſon a lieu, entre les Angles RBE ou *r*BE, & *a*BF, ou *a*B*f*=BFV *, comme auſſi entre leurs

* 2919. Sinus; qui ſont par conſequent comme EC à EB *. Or ces Sinus ſont en raiſon compoſée, du Sinus de l'Angle RBE au Sinus de l'Angle BRV, & en raiſon de ce dernier Sinus au Sinus de l'Angle BFV.

* 2923. 2924. La première de ces raiſons eſt celle qu'il y a entre RE & EB *. La ſeconde raiſon eſt celle de FB à RB, ou de VF à RV, à cauſe de la Petiteſſe de l'Arc BV: donc

EC, EB::RE×VF, EB×RV.
EB×RE×FV=EC×EB×RV, ou RE×FV=EC×RV.
Et RE, EC::RV, VF. Ce qu'il falloit démontrer.

SCHOLIE II.

Démonſtration de la Refraction des Rayons parallèles & obliques, expliquée dans l'Article 2980.

2990. TAB. XCVI. Fig. 2. AB & *ab* ſont deux Rayons parallèles, qui, étant rompus par la Refraction, parcourent les Lignes BD, *bd*. Nous ſuppoſons le reſte de ce qui a été indiqué dans l'Art. 2980.

* 2919. Il ſuit de la Refraction que *bd*, *d*C::BD, DC *;
Altern. Divid. & encore Altern. *dm*+*eb*, D*d*::BD, DC.
Les Triangles D*dm* & DBG ſont ſemblables; &

D*d*,

$Dd, dm :: DG, BD.$

Donc par égalité de Proportion troublée,

$dm+eb, dm :: DG, DC.$

Divid. $eb, dm :: DG - DC = CG, DC.$

Or il s'agit de trouver le Point F, où se fait l'Intersection des Rayons BD, *bd*. 2991.

A cause des Triangles semblables BFe, DFm,

$Be, Dm :: BF, FD.$

La raison de Be à Dm est composée des trois raisons, de Be à eb, de eb à dm & enfin de dm à Dm: raisons, dont nous déterminons la grandeur de la manière suivante. Menant GN parallèle à BD, les Triangles Beb & BGN seront semblables, & l'on aura 2992.

$Be, eb :: BG, GN.$

$eb, dm :: CG, DC$ * $:: BL, LD$; à cause des Parallèles BG, LC. * 2991.

$dm, Dm :: DB, BG$; à cause des Triangles semblables Ddm, BDG.

Donc Be est à Dm, comme le produit des antecedens $BG \times BL \times DB$, au produit des consequens $GN \times LD \times BG$, & c'est en cette même raison que BF est à FD *. Mais $GN \times LD = BD \times GO$, à cause que les Parallèles * 2992.
DB, GN, donnent

$BD, GN :: DL, GO.$

Donc $BF, FD :: BG \times BL \times DB, BD \times GO \times BG :: BL, GO$; & c'est en cette même raison que BI est à IG, à cause des Triangles semblables BLI, IGO.

Ainsi une Ligne, qui passera par le Point I, & qui sera parallèle à GD, déterminera le Point F, puisqu'on aura $BF, FD :: BI, IG$.

Concevons le Plan de la Figure faisant une revolution autour de la Ligne immobile DCH; dans ce mouvement les Rayons AB, *ab*, formeront des Cylindres, dont l'Axe commun sera DH. Tous les Rayons, parallèles à cet Axe, compris entre les Surfaces de ces Cylindres, forment par leurs Points d'intersection un Cercle, que le Point F décrit dans la revolution en question. Les Rayons peu écartez l'un de l'autre, dont il a été parlé dans l'Art. 2980, sont contenus entre les Surfaces des deux Cylindres; d'où il suit que ces Rayons forment par leurs intersections une petite portion du Cercle dont il s'agit; c'est-à-dire, qu'ils passent par une petite Ligne, perpendiculaire en F au Plan de la Figure, comme nous l'avons dit *. 2993. * 2985.

SCHOLIE III.

De la Refraction des Rayons obliques, divergens ou convergens, dont il est parlé dans l'Article 2982.

SUppofant ce qui a été dit dans l'Article 2982, nous disons que le Rayon Rb continue, après la Refraction, sa route par *b* F, & concourt en F avec le Rayon RB, que la Refraction fait aller par BF. Reste à prouver que le Point F a été bien déterminé. 2994. TAB. XCVI. Fig. 4.

De R comme Centre à l'intervalle RB, je décris l'Arc B*m*; de F comme Centre à l'intervalle F*b*, l'Arc *bn*; & enfin de B comme Centre par les Points L, D, E, les Arcs L*l*, D*d*, E*e*. Les Triangles CBL, B*bn*, ſont ſemblables; car ils ſont rectangles, & l'Angle *b*B*n* eſt égal à l'Angle BCL; le Complement de l'un & de l'autre à un Angle droit étant l'Angle CBL; ce qui ſe prouve pour BCL par une propriété commune à tous les Triangles *; & pour *b*B*n*, parce que les trois Angles *b*B*n*, *b*BC, CBL valent deux droits *, & que celui du milieu eſt droit.

*32.EL.I.
*13.EL.I.

On peut démontrer de même que les Triangles rectangles B*bm*, BCD, ſont ſemblables: leurs Angles *b*B*m*, CBD, étant égaux, à cauſe que *m*BC eſt le complement de l'un & de l'autre à un Angle droit.

Donc *bn*, B*b*::BL, BC.
B*b*, B*m*::BC, BD;

2995. Et par égalité de raiſon *bn*, B*m*::BL, BD::BH, BR.

La raiſon de *bn* à B*m* eſt compoſée des raiſons de *bn* à L*l*, de L*l* à D*d*, de D*d* à E*e*, & de E*e* à B*m*.

2996. Voici comment on trouve chacune de ces raiſons.

Les Triangles ſemblables F*bn*, BL*l*, donnent
bn, L*l*::FB, BL::IB, BD.

Pour le Rayon incident RB, & pour ce même Rayon rompu BF, le Sinus de Refraction eſt CL, & le Sinus d'Incidence CD; pour *a*B & B*e*, ces mêmes Sinus ſont C*l*, C*d*; donc, à cauſe de la raiſon conſtante qu'il y a entre ces Sinus *,

* 2809.
* 19. EL. V.

L*l*, D*d*::CL, CD*::BE, EG.

A cauſe des Triangles ſemblables BD*d*, BE*e*, & RE*e*, RB*m*,
D*d*, E*e*::BD, BE
E*e*, B*m*::RE, RB.

* 2995. Par conſequent la raiſon de *bn* à B*m*, c'eſt-à-dire, de BH à BR *, eſt compoſée de ces quatre raiſons, de IB à BD, de BE à EG, BD à BE, & de RE à RB.

La raiſon compoſée des raiſons de IB à BD, de BD à BE, de BE à EG, eſt la même que celle qui a lieu entre IB & EG; ainſi il ſuffira de mettre cette dernière raiſon ſeule avec celle de RE à RB; ce qui donnera

*1.EL.VI. RE×IB, RB×EG::BH, BR::BH×BI, BR×BI *.

En diviſant les antecedens de la première & de la dernière de ces raiſons, par IB, & les conſequens par BR, nous aurons

RE, EG::BH, BI.

Ce qui fait voir que dans la conſtruction de l'Article 2982. le Point I, & par cela même le Point F, a été bien determiné.

2997. Si, pour pour mettre dans tout ſon jour ce qui a été dit dans l'Article 2986, nous voulions appliquer aux cas en queſtion, ce qui a été démontré dans les Articles 2907. & 2993., il faudroit concevoir le Plan de la Figure faiſant une revolution autour de la Ligne immobile RC; après quoi on pourra appliquer aux Rayons RB, R*b*, ce qui a été dit des Rayons AB, A*b*, dans les Articles, que nous venons d'indiquer.

CHA-

CHAPITRE IX.

Du Mouvement de la Lumière à travers un Milieu, plus refringent. Où l'on traite des Propriétés des Lentilles de Verre.

LES Rayons de Lumière, en traverſant le Verre, y ſouffrent une plus grande Refraction que dans l'Air, parce que le Verre, plus denſe que l'Air, eſt plus refringent à proportion de ſa denſité *. La Lumière éprouve en cette occaſion divers changemens, ſuivant la différence des Superficies, qui terminent le Verre. 2998. * 2830.

Pour pouvoir déterminer quelque choſe à cet égard, il faut examiner les Verres, ou, en général les Milieux entourez d'un Milieu moins refringent, & terminez par diverſes Superficies. *Il y a ſix claſſes de Verres, en ne conſiderant que les ſeules Superficies planes & ſphériques.*

Le Milieu en queſtion peut être, 1. Plan des deux cotez 2. Plan d'un coté & convexe de l'autre. 3. Convexe des deux cotez. 4. Plan d'un coté & concave de l'autre. 5. Concave des deux cotez. Enfin concave d'un coté & convexe de l'autre. 2999.

1. Definition.

Un Verre, qui n'a pas trop d'épaiſſeur, s'appelle dans les cinq derniers cas une Lentille. 3000.

On lui donne le nom de convexe dans le ſecond & dans le troiſième cas; mais quand on croit devoir diſtinguer ces cas, on marque que dans le ſecond cas la Lentille eſt plane d'un coté & convexe de l'autre. On employe une diſtinction ſemblable par rapport au quatrième cas, quoique la Lentille en queſtion, & celle du cinquième cas ſoient deſignées ordinairement par le nom de Lentilles concaves. Pour ce qui eſt d'un Verre concave d'un coté & convexe de l'autre, on le range dans la Claſſe des Lentilles concaves ou convexes, ſuivant le coté qui l'emporte ſur l'autre; ce qui a lieu, lorſque la courbure d'un coté eſt plus grande, ou, ce qui revient au même, une moindre portion de Sphère, que celle de l'autre. 3001.

Quand

Quand la Surface convexe a plus de courbure que la Surface concave, la Lentille s'appelle Ménisque.

2. DEFINITION.

3002. *Dans toute Lentille, ou Milieu quelconque, terminé comme il a été dit, on appelle Axe une Ligne droite, perpendiculaire aux deux Superficies.*

3003. Quand les Superficies ſont ſphériques, l'Axe traverſe les deux Centres; mais ſi une d'elles eſt plane, l'Axe qui traverſe le Centre de l'autre Superficie, eſt perpendiculaire à ce Plan.

3004. Les Lentilles régulières ſont orbiculaires, & l'Axe paſſe par le Centre de la Lentille; en ce cas on dit qu'une Lentille eſt bien centrée.

Quand la Lumière traverſe un Milieu terminé par deux Superficies planes & parallèles, 3005. *la Direction des Rayons ne change point* *, & ce cas a lieu *dans les Verres plans*. * 2792.

3006. En démontrant ce qui concerne le paſſage de la Lumière à travers des Lentilles, nous ne conſidérerons que des Rayons peu écartez les uns des autres comme nous avons fait ci-devant, & nous commencerons par les Rayons directs. De ce dernier genre ſont ceux parmi leſquels il y en a un, qui coincide avec l'Axe de la Lentille *. *2878.

3002. 3007. *Une Propriété commune à toutes les Lentilles convexes, c'eſt que les Rayons en les traverſant ſont rompus les uns vers les autres, & cela à proportion que la convexité eſt plus grande: Les Lentilles concaves* produiſent un Effet directement oppoſé, &, 3008. *à meſure que leur concavité eſt plus grande*, elles *écartent* auſſi *davantage les Rayons*.

3009. Car la Direction des Rayons, qui traverſent un Verre plan, ne change point *; mais en donnant de la courbure à une des Superficies ou à toutes deux, la Direction des Rayons eſt changée: la convexité de la Superficie du Verre les pliant vers l'Axe de la Lentille, & le contraire, ayant lieu quand la Superficie eſt concave. C'eſt ce qui paroit clairement, quand on compare l'inflexion d'un Rayon dans une Superficie plane, perpendiculaire à l'Axe, avec l'inflexion du même Rayon dans une Superficie ſphérique; & la différence des Inflexions croit avec la diſtance où ils ſont de l'Axe; d'où il ſuit que les Lentilles ont les Propriétés ſuivantes. * 3005.

Des

Des Rayons parallèles, qui paſſent par une Lentille convexe, ſe réuniſſent dans un Foyer. 3010.

Des Rayons divergens deviennent, en paſſant par une pareille Lentille, ou moins divergens, ou parallèles, ou enfin convergens; en ce dernier cas, quand le Point lumineux s'éloigne de la Lentille, le Foyer s'en approche, & reciproquement. Ce cas a lieu, toutes les fois que le Point lumineux eſt plus éloigné de la Lentille que ne l'eſt le Foyer des Rayons parallèles. 3011.

Enfin *des Rayons, déja convergens avant que d'entrer dans la Lentille, le deviennent encore davantage en ſortant de ce Verre.* 3012.

1. Experience.

Dans cette Expérience & dans les ſuivantes, je me ſers de la Boëte AB *, dont les cotez doivent être fermez. Je donne au Rayon une direction horizontale, comme dans pluſieurs Expériences précedentes, & je diſpoſe la Boëte ſuivant la direction de ce Rayon, qui y entre par l'Ouverture *d*. Les Rayons parallèles traverſent une Lentille convexe, adaptée à la Planchette T*, deviennent convergens, & ſe réuniſſent en R. 3013. TAB. XCVII. Fig. 1. * 2755. * 2772.

Pour qu'on apperçoive plus ſenſiblement, dans cette Expérience & dans celles qui ſuivent, le chemin que ſuit la Lumière, je me ſers encore ici de Pouſſière de farine *. * 2801.

J'ai déja fait uſage plus d'une fois de Rayons convergens. Ces Rayons, après l'interſection en R, deviennent divergens, & R eſt alors un Point lumineux, dont j'ai auſſi ſouvent fait uſage; voyons à preſent ce qui arrive aux Rayons, qui partent de ce Point & qui paſſent par une autre Lentille. 3014.

2. Experience.

Tout reſtant dans le même état, j'introduis dans la Boëte AB une ſeconde Planchette S, toute pareille à la Planchette T, & qui contient auſſi un Verre convexe; les Rayons divergens, qui partent du Point R, deviendront convergens, & ſe réuniront dans le Foyer F, pourvû que la diſtance RS ſoit aſſez grande pour cela. 3015. TAB. XCVII. Fig. 1.

Si l'on diminue cette diſtance, le Foyer F s'éloignera; & pourra même ſe trouver aſſez éloigné pour que les Rayons, au ſortir de la Lentille S, ſoient parallèles. 3016. TAB. XCVII. Fig. 2.

Si l'on rend la diſtance en queſtion encore plus petite, les Ra- 3017.

TAB. XCVII. Fig. 3. Rayons, au ſortir de la Lentille, ſeront divergens, mais moins cependant qu'avant la Refraction.

3. EXPERIENCE.

3018. TAB. XCVII. Fig. 4. Tout le reſte demeurant comme ci-deſſus, ſi l'on approche la Planchette T de l'autre Planchette S, enſorte que les Rayons, lorſqu'ils entrent dans la Lentille de cette dernière, ſoient convergens, ils ſeront encore plus convergens en ſortant du Verre.

3019. La Propoſition générale de l'Article 3008 donne auſſi les Propriétez des Lentilles concaves.

3020. *Les Rayons parallèles, en traverſant une Lentille concave, deviennent divergens.*

3021. *Ceux qui étoient divergens, le deviennent davantage encore.*

3022. *Les Rayons convergens deviennent quelquefois moins convergens; en ce cas, ſi l'on diminue la convergence des Rayons incidens, cette diminution pourra être telle, qu'au ſortir de la Lentille ils ſeront parallèles; ou même divergens, ſi l'on continue encore à diminuer la convergence des Rayons incidens.*

4. EXPERIENCE.

3023. TAB. XCVIII. Fig. 1. * 3013. Cette Expérience ſe fait comme la première *; mais au lieu de la Planchette T nous employons une autre Planchette Q, garnie d'une Lentille concave. Si des Rayons parallèles tombent ſur cette Lentille, ils en ſortiront divergens.

5. EXPERIENCE.

3024. TAB. XCVIII. Fig. 2. * 3013. Tout demeurant dans le même état, nous faiſons, par le moyen de la Planchette T *, qu'il y ait un Point lumineux R, d'où partent des Rayons divergens, dont la divergence augmente en traverſant la Lentille concave de la Planchette Q.

6. EXPERIENCE.

3025. TAB. XCVIII. Fig. 3. Tout reſtant de même, ſi l'on approche aſſez la Planchette T de la Planchette Q, pour que les Rayons ſoient convergens en tombant ſur la Lentille concave, ils ſeront moins convergens au ſortir de cette Lentille.

3026. TAB. XCVIII. Fig. 4. On peut mettre les deux Planchettes ſi près l'une de l'autre, que les Rayons, au ſortir de la Lentille concave, ſoient parallèles.

En

En rapprochant davantage encore les Planchettes, les Rayons, en ſortant de la ſeconde Lentille, deviennent divergens. 3027. TAB. XCVIII. Fig. 5.

Telles ſont les Propriétez générales des Lentilles: pour ce qui eſt des Refractions, dont il me reſte à déterminer la grandeur, je ne ferai qu'énoncer les Propoſitions relatives à ce ſujet, me reſervant à en donner la Démonſtration dans le Scholie ſuivant. 3028.

Une Lentille, terminée par deux Surfaces ſphériques, étant donnée, on demande le Point de concours ou de diſperſion des Rayons parallèles. 3029.

Il faut multiplier le Rectangle des deux demi-Diamètres des Surfaces par le nombre, qui exprime le Sinus de la Refraction dans le Verre, & diviſer ce produit par la différence des Sinus dans l'Air & dans le Verre. Si l'on diviſe ce quotient par la diſtance qu'il y a entre les Centres, c'eſt-à-dire, par la ſomme des demi-Diamètres, quand les deux Surfaces ſont concaves, ou convexes, & par leur différence, quand l'une eſt concave & l'autre convexe, le nouveau quotient exprimera *la diſtance qu'il y a entre le Point cherché & la Lentille*, qui *eſt la même de quelque coté que viennent les Rayons.* 3030. 3031.

La Raiſon, qu'il y a entre les Angles d'Incidence & de Refraction, quand il s'agit d'un Rayon, qui entre de l'Air dans le Verre, eſt comme 17 à 11 *, à peu près comme 3 à 2. Donc la multiplication doit ſe faire par 11 & la diviſion par 6; ou, ce qui revient à peu près au même, on n'a qu'à faire la multiplication par 2. 3032. * 2811.

Si une des Surfaces eſt plane, le demi-Diamètre devient infini, & peut être conſideré comme égal à la ſomme ou à la différence des demi-Diamètres; en ce cas on multiplie le demi-Diamètre de la Surface ſphérique par 11, & l'on diviſe le produit par 6; ou bien on double le demi-Diamètre, ſans chercher une plus grande préciſion. 3033.

Les Points, qu'on trouve par le moyen de ces Calculs, ſont les Points de concours, quand les Lentilles ſont convexes *, & les Points de diſperſion, quand elles ſont concaves *. 3034. * 3007. * 3008.

Si des Rayons directs, divergens ou convergens, tombent ſur une Lentille, on pourra déterminer leur Mouvement

après le paſſage par le moyen de la Proportion ſuivante.

3035. *Comme la diſtance entre le Point, auquel les Rayons incidens appartiennent, & le Point des Rayons paralleles qui viennent du coté oppoſé, eſt à la diſtance entre le premier de ces Points & le Verre, ainſi cette dernière diſtance eſt à la diſtance entre le Point des Rayons incidens, & le Point cherché des Rayons après la Refraction.*

3036. Nous remarquons au ſujet de cette Proportion, que le Point des Rayons rompus ſe trouve toujours relativement au Point des Rayons incidens, du même coté où relativement à ce dernier Point, ſe trouve celui des Rayons parallèles.

3037. TAB. C. Fig. 1.2.3. Soit R le Point lumineux, ou le Foyer imaginaire des Rayons incidens; E le Foyer, ou le Point de diſperſion des Rayons parallèles, qui viennent du coté oppoſé; F le Foyer ou le Point de diſperſion des Rayons, après la Refraction; ſuivant la Règle indiquée, RE, RV & RF ſont en Proportion continue.

* 3030. Dans un Mouvement contraire en faiſant V e égale a VE*, les trois proportionelles ſeront Fe, FV, FR.

Ce que nous venons de dire regarde les Rayons directs, parmi leſquels il y en a un, qui coincide avec l'Axe de la Lentille, & qui, en paſſant, ne change point de direction. Et

3038. cette Propriété ne lui eſt point particulière; puiſque *tous les Rayons, qui traverſent le Centre d'une Lentille, gardent leur première Direction.*

3039. TAB. XCIX. Fig. 1. Soit V le Point du milieu d'une Lentille, dont AB eſt l'Axe; que le Rayon incident CD, rompu ſuivant la Direction DE, paſſe par V; ce Rayon, ſi la Lentille eſt également convexe ou également concave des deux cotez, ſortira du Verre en E, où la Superficie eſt parallèle à la Superficie en D, & le Rayon rompu EF ſera parallèle au Rayon incident CD*; c'eſt-à-dire, ſuivra ſa première Direction. Quand la Lentille eſt fort mince, les Lignes CD & EF ne paroiſſent former qu'une même Ligne droite.

* 2792.

3040. Si la Lentille eſt inégalement convexe ou concave, le Point d'interſection des Rayons, qui ne changent point de direction, n'eſt point au milieu de l'épaiſſeur du Verre. Quand une des Surfaces de la Lentille eſt plane, le Point en queſtion ſe trouve dans l'interſection de l'Axe de la Superficie ſphérique.

Dans

Dans une Lentille, dont une des Surfaces eſt concave, & l'autre convexe, le Point, dont il s'agit, eſt hors de la Lentille, du coté de la Surface, qui eſt portion de la plus petite Sphère.

Si pluſieurs Rayons paſſent par ce même Point, les Rayons incidens, & les Rayons rompus forment deux Pyramides ſemblables, qui ont un Sommet commun dans ce même Point. 3041.

Si les Rayons incidens ſont obliques, parallèles, ou appartiennent à un Point, quoique peu écartez les uns des autres après la Refraction, ils n'appartiendront pas à un Point, à cauſe de la double irrégularité que la Refraction produit dans leur Mouvement, l'une quand ils entrent dans le Verre, & l'autre quand ils en ſortent *. 3042. * 2987.

Si cependant *les Rayons ſont peu obliques, & traverſent le Centre de la Lentille, leur Refraction ne diffère pas ſenſiblement de celle des Rayons directs.* 3043.

Soit R le Point lumineux dans l'Axe de la Lentille convexe V, dont il doit être à la diſtance requiſe pour que ſon Foyer ſoit F; ſoit *r* un autre Point lumineux, & *r V f* un Rayon, dont la direction n'éprouve point de changement *; les autres Rayons, peu écartez les uns des autres, s'entrecoupent à la diſtance V *f*, laquelle, ſi *r* V eſt égale à RV, diffère très peu de VF. 3044. TAB. XCIX. Fig. 2. * 3038.

A la rigueur VF eſt plus grande que V *f*, & le concours direct eſt plus parfait; mais la différence eſt fort petite, comme il paroit, ſi l'on fait attention à ce qui a été démontré au ſujet des Rayons obliques dans le Chapitre précedent.

Si outre ces Points lumineux, il y en a encore pluſieurs autres dont il parte auſſi des Rayons peu obliques, qui viennent tomber ſur le Verre, les Lignes droites, qui viennent de chacun de ces Points lumineux à leurs Foyers reſpectifs, forment deux Pyramides oppoſées & ſemblables *, dont l'une a pour Baſe les Points lumineux, & l'autre leurs Foyers 3045. * 3041.

Si ces Foyers tombent ſur un Plan blanc, chaque Point lumineux éclairera quelque Point correſpondant de ce Plan; & tous les Foyers enſemble donneront l'image renverſée des Points lumineux, telle que nous en avons déja eu une ci-deſſus *. 3046. * 2977.

7. Experience.

Après avoir mis la Planchette garnie d'une Lentille * ſur la 3047. * 2770.

* 2774. la Table, dont on peut varier la hauteur *, je fais enſorte que la Lentille ſoit à la même hauteur que la Flamme d'une Chandelle, poſée ſur une autre Table, à une diſtance quelconque. En tournant la Lentille de manière que ſon Axe paſſe par la Flamme, l'Image de la Chandelle paroitra renverſée ſur un Papier blanc, placé à une juſte diſtance, & parallèle à la Lentille.

3048. Cette Image eſt la plus parfaite de toutes, quand les Rayons traverſent le Milieu de la Lentille; que ſi en couvrant une partie de la Lentille, on ne laiſſe paſſer des Rayons que par une ouverture peu éloignée de l'Axe de la Lentille, l'Image de la Flamme ſera paſſablement diſtincte, à cauſe du peu d'obliquité des Rayons, qui partent de la Chandelle. Le Lieu de l'Image ſera auſſi le même; car les Rayons, qui en ce cas forment le Foyer, coincideroient avec le Rayon, qui n'auroit point changé de direction, s'il n'avoit point été intercepté.

8. EXPERIENCE.

3049. Tout demeurant, comme dans l'Expérience précedente, il faut couvrir la Lentille d'un Papier noir, qui ait trois ou quatre petits trous, dont les Diamètres ſoient d'un quart de Pouce; alors l'Image de la Flamme, eſt repreſentée ſur le Papier blanc, comme dans l'Expérience en queſtion; mais en changeant la Situation de ce Papier, on a autant d'Images imparfaites de la Flamme, qu'il y a d'ouvertures, qui donnent paſſage à la Lumière.

3050. Comme par le moyen d'une Lentille convexe on peut repreſenter la Flamme d'une Chandelle, la même choſe peut ſe faire à l'égard du Soleil, en diſpoſant la Lentille enſorte que ſon Axe paſſe par cet Aſtre; en ce cas les Rayons ſolaires, qui traverſent toute la Lentille, ſont réduits en un petit eſpace, & 3051. *la Lentille convexe eſt un Verre ardent.*

9. EXPERIENCE.

3052. TAB. C. Fig. 4. Soit une Lentille convexe comme V, de ſix Pouces de Diamètre, diſpoſée de façon, qu'un des Rayons du Soleil coincide avec l'Axe de la Lentille. Si cette Lentille raſſemble à la diſtance de trois Pieds des Rayons parallèles, tels que ſont à peu près ceux, qui partent de chaque Point du Soleil, & qu'on place en cet endroit un Corps, qui s'enflamme aiſément, comme du Bois, ce Corps s'allumera par les Rayons du So-

Soleil. Cependant comme l'Image de cet Aſtre ne ſera pas aſſez petite, non ſeulement à cauſe de la Grandeur même du Soleil, mais auſſi parce que la Grandeur de la Lentille rend cette Image imparfaite *, on peut rendre le Foyer plus petit, par le moyen d'une ſeconde Lentille convexe, qui augmente la convergence des Rayons *. 3053. * 2895. * 3012.

Cette ſeconde Lentille eſt principalement néceſſaire, quand la première eſt grande, & a un Diamètre de deux ou trois Pieds. De cette manière on peut augmenter conſiderablement la violence du Feu.

SCHOLIE

Démonſtrations des Règles, données dans les Articles 3030. *&* 3035. *touchant les Refractions des Rayons, qui paſſent par des Verres.*

SOit V une Lentille terminée par deux Surfaces ſphériques, & que C & D ſoient les Centres des Surfaces. Suppoſons qu'un Rayon coincide avec l'Axe de la Lentille, & parcoure la Ligne EVR; ſoit enfin un Rayon AB, peu éloigné du Rayon ER, auquel il doit auſſi être parallèle. On demande le Point F, où des Rayons, tels que AB, après avoir traverſé le Verre, coupent l'Axe, ou devroient le couper, en cas qu'on les continuât en arrière. 3054. TAB. XCIX. Fig. 3.4.5.

Soit R le Point, auquel ces Rayons appartiennent, après la première Refraction, pendant qu'ils pénètrent dans le Verre; ou, ce qui revient au même, ſoit R le Foyer imaginaire, ou le Point de diſperſion, des Rayons dans le Verre, après la première Refraction.

Soit E le Point auquel appartiendroient les Rayons parallèles, venant de l'autre coté, s'ils entroient dans le Verre par la Surface oppoſée, & s'ils continuoient à s'y mouvoir. Soit deplus la raiſon entre le Sinus d'Incidence dans l'Air & le Sinus de Refraction dans le Verre, celle qu'il y a entre m & n.

Nous aurons EV, EC :: RV, RD :: m, n: * 2919.
Convert. & Altern. EV, RV :: CV, DV. 2922.
Comp. & Divid. RE, RV :: DC, DV.
La première de ces Proportions donne
Divid. CV, EC :: $m-n$, n; c'eſt-à-dire, $EC = \frac{n \times CV}{m-n}$.

Les Rayons, qui dans le Verre ſont dirigez vers R, ſont dirigez dans l'Air vers F, deſorte que RE, RV :: EC, VF* :: DC, DV. En mettant pour * 2030. 2989. EC,

EC, $\frac{n \times CV}{m-n}$, la Proportion ſe change en celle-ci, CD, DV :: $\frac{n \times CV}{m-n}$, VF; ce qui donne la Règle de l'Article 3030.

3055. Soit une Lentille V; R le Point des Rayons incidens; E le Foyer, ou le
TAB. C. Point de diſperſion des Rayons parallèles, venant du coté oppoſé; on deman-
Fig. 1.2.3. de F, c'eſt-à-dire, le Foyer, ou le Point de diſperſion des Rayons, qui appartiennent au Point R. Le Rayon incident RB, ou *r*B, devient par la Refraction BF ou B*f*; ſi EB ou *e*B eſt le Rayon incident, le Rayon rompu
* 2789. ſera B*a* *; & comme il s'agit de Rayons directs, & peu écartez les uns des autres, l'Angle RBE, ou RB*e*, que forment les Rayons incidens, eſt à l'Angle que forment ces mêmes Rayons étant rompus dans le Verre, comme le Sinus de Refraction dans l'Air, au Sinus de Refraction dans le Ver-
* 2800. re *: pareillement l'Angle, que ces derniers Rayons forment dans le Verre,
17. El. V. eſt à l'Angle qu'ils font dans l'Air étant rompus, c'eſt-à-dire, à l'Angle *a*BF ou *a*B*f*, comme le Sinus d'Incidence dans le Verre, au Sinus de Refraction dans l'Air; or, comme ces deux raiſons s'entre détruiſent, les Angles RBE ou RB*e*, & *a*BF ou *a*B*f*, ſont égaux, & ce dernier eſt égal à
* 7. El. V. l'Angle BFV. Donc les Sinus des Angles EBR & BFV *, ont la même raiſon au Sinus de l'Angle BRV.

* 2923. La première de ces raiſons eſt celle qu'il y a entre RE & EB*, ou EV.
2924. La ſeconde a lieu entre RB & FB, ou RV & FV, à cauſe de la petiteſſe de VB. Donc

RE, EV :: RV, FV.

Convert. RE, RV :: RV, RF. Ce qui eſt la Propoſition de l'Article 3035.

CHAPITRE X.

De la Vue, où l'on traite de la Structure de l'Oeil.

3056. LES Propriétez de la Lumière, & les Loix de Refraction, que nous venons d'expliquer, ſont d'un uſage merveilleux, pour repreſenter les Objets à nôtre Ame.

En vertu de ces Loix, les Objets ſont dépeints admirablement bien, & avec leurs propres Couleurs, dans le fond de notre Ocil; & cette Image, comme nous le dirons dans la
* 3074. ſuite *, eſt l'occaſion des Idées, que la vue des Objets excite
3076. dans notre Ame.

On

On ne ſçauroit expliquer la manière dont cette Image ſe forme dans notre Oeil, qu'après avoir examiné une nouvelle Propriété de la Lumière, ſçavoir, la prodigieuſe diviſibilité des Rayons.

La plupart des Corps, & entr'autres tous les Corps opaques, (à l'exception des ſeuls Corps exactement polis, & parfaitement noirs, s'il y en a de tels,) *ont la Propriété de refléchir la Lumière de telle façon, que les Rayons, refléchis par chaque Point, ſoient* diviſez & *renvoyez de tous cotez, & qu'ainſi tous ces Points ſoient comme autant de Points lumineux.* 3057.

On peut déduire de cette Propoſition la manière, dont les Objets ſe peignent ſur un Papier blanc, ou ſur tout autre Plan de la même Couleur; car tous les Points d'un Corps illuminé, & placé à une certaine diſtance, dont les Rayons tombent ſur la Lentille convexe, ont leur Foyer derrière cette Lentille *. Les Objets éloignez, quoiqu'inégalement, ont leurs Foyers à peu près à la même diſtance de la Lentille; & par le moyen de ces Foyers l'Image des Objets peut être repreſentée dans le même Plan, comme nous l'avons dit de la Flamme *. Cette Image, dans l'un & l'autre cas, eſt renverſée, à cauſe que les Rayons s'entrecoupent en traverſant la Lentille; elle eſt très viſible dans un Lieu obſcur, où il n'entre de Lumière que par la ſeule Lentille, & encore uniquement cette Lumière, qui ſert à repréſenter les Objets. 3058. * 3011. * 3047.

Ce que nous venons de dire a lieu en quelque endroit que la Lentille ſoit miſe, & relativement à tous les Points des Objets, éclairez par des Rayons de Lumière, dont des Lignes droites peuvent être menées à la Lentille, ſans que rien les intercepte; de ſorte que l'Expérience ſuivante prouve l'étonnante diviſibilité de la Lumière, & la Propriété que les Corps ont de la diviſer, en la refléchiſſant. 3059.

I. Experience.

Qu'on faſſe dans un Lieu obſcur une ouverture, à laquelle répondent divers Objets, éloignez au moins de cinquante Pieds. Qu'il y ait dans cette Ouverture une Lentille convexe, qui raſſemble les Rayons parallèles à la diſtance de quatre ou cinq Pieds; ſi à une diſtance de la Lentille tant ſoit peu plus grande, on place un Papier blanc, parallèle à cette Lentille, les Objets en queſtion y ſeront repréſentez avec les cou- 3060.

leurs les plus vives. En changeant la ſituation du Papier ou de la Lentille, on trouve la diſtance requiſe pour que les Objets ſoient repréſentez exactement.

Il faut avoir ſoin d'intercepter les Rayons ſuperflus; pour cet effet on place la Lentille à l'une des extrémitez d'un Tube noirci en dedans, & dont le bout ouvert eſt tourné vers les Objets.

Cette repréſentation des Objets a beaucoup de rapport avec celle qui a lieu dans le fond de notre Oeil, comme il paroitra par la ſtructure de cet organe.

3061. TAB. C. Fig. 5. La Figure de l'Oeil eſt à peu près ſphérique, à l'exception de la partie antérieure, qui eſt un peu plus convexe que le reſte.

On voit ici la Section de l'Oeil.

3062. La partie la plus convexe A A eſt tranſparente, & s'appelle la *Cornée.*

3063. La Membrane B A A B, qui enveloppe le Bulbe entier de l'Oeil excepté la Cornée, s'appelle *Sclerotique*; la partie antérieure de la Sclerotique, qui environne la Cornée, eſt couverte d'une Tunique fort mince, qui forme le *Blanc de l'Oeil*, & qui couvre auſſi la Cornée, quoiqu'elle ſoit ſi mince en cet endroit, qu'on a de la peine à la découvrir.

3064. En dedans de la Cornée & autour de ſa circonference, eſt attachée la Tunique, qu'on appelle *Uvée*, qui eſt plane, & qui a au Milieu une Ouverture *p p*, connue ſous le nom de *Prunelle.*

L'Uvée eſt compoſée de Fibres circulaires, concentriques, & coupées à Angles droits par des Fibres droites, qui tendent vers le Centre. Si les premières Fibres s'enflent, les ſecondes ſe relachent, & la Prunelle devient plus petite; au lieu que le Mouvement contraire des Fibres l'aggrandit.

3065. Au milieu de l'Oeil, mais plus vers la partie antérieure, il y a un Corps C C, mou, tranſparent, & ſemblable à une Lentille convexe, dont la Surface poſtérieure ſurpaſſe l'antérieure en convexité. Ce Corps s'appelle l'*Humeur Criſtalline* ou le *Criſtallin.* L'Axe de cette Humeur coincide avec celui de l'Oeil, qui traverſe les centres de la Prunelle & du Bulbe de l'Oeil.

3066. Le Criſtallin eſt ſoutenu par des Fibres, qui y ſont attachées dans

dans tous les points de ſa circonference, & qui naiſſent au dedans de l'Oeil, de la circonference de la Cornée: ces Fibres ſont muſculeuſes & pliées en arc; on les appelle *Ligamens ciliaires*; & il y en a deux repreſentées en *l*C, *l*C. Toutes ces Fibres tiennent enſemble, & forment avec le Criſtallin, une ſéparation dans l'Oeil, qu'elles partagent en deux Cavitez, l'une antérieure *p p*, & l'autre poſtérieure S S.

La Cavité antérieure eſt remplie d'un Fluide, qui reſſemble à de l'Eau, & qu'on appelle pour cette raiſon *Humeur aqueuſe*. 3067.

La Cavité poſtérieure contient une Humeur tranſparente, à peu près de même Denſité que l'Humeur aqueuſe, mais pas ſi fluide; on l'appelle *Humeur Vitrée*.

La Surface poſtérieure & interne de l'Oeil eſt tapiſſée d'une Tunique nommée *Choroide*, qui eſt couverte elle même d'une Membrane très fine, qu'on appelle *Rétine*. 3068.

Le Nerf optique N N, eſt placé à la partie poſtérieure de l'Oeil, tant ſoit peu de coté; la Membrane extérieure de ce Nerf ſe joint à la Sclérotique, & la ſuivante à la Choroide: les Fibres, qui compoſent la Rétine, ſe réuniſſent enſemble, & forment la Moëlle de ce Nerf.

L'Oeil ſe meut dans ſon Orbite par le moyen de divers Muſcles, qui ont leur inſertion dans la Sclérotique; je ne parlerai pas de ces Muſcles, n'ayant deſſein de conſiderer la Structure de l'Oeil que relativement au Mouvement de la Lumière. Tout le reſte eſt étranger à mon but.

Les Rayons, qui partent d'un Point quelconque, & qui entrent dans l'Oeil par la Prunelle, paſſent d'un Milieu moins refringent dans un autre plus refringent, à travers une Surface ſphérique, & par conſequent, *ſi ce Point eſt à une juſte diſtance de l'Oeil*, ces Rayons *ſont convergens après la Refraction* *, comme dans l'Expérience de l'Article 2978. dans laquelle le Verre V repréſente la Cornée tranſparente de l'Oeil, pendant que l'Eau qui eſt dans la Boëte, ſert d'Humeur aqueuſe; ainſi *la Cornée & l'Humeur aqueuſe doivent donner une Image renverſée des Objets dans le fond de l'Oeil* *. 3069. * 2936. TAB. XCVI. Fig. 1. 3070. * 3057.

2. Experience.

Soit la Boëte P remplie d'Eau, & placée à la diſtance de quelques Pieds d'une Fenêtre ouverte, par laquelle ſeule la 3071. TAB. C. Fig. 6.

Lumière entre dans la Chambre; ſi à une certaine diſtance de cette Fenêtre, quelques Objets extérieurs, & illuminez par les Rayons du Soleil, répondent à l'Ouverture par laquelle la Lumière paſſe, & qu'on obſerve ce qui a été marqué dans l'Expérience 15. du Chapitre VIII. *, on verra en T l'Image de ces Objets renverſée, comme il a été dit dans cette Expérience au ſujet de la Chandelle.

* 2978.

3072. L'Image dans l'Oeil, que nous venons d'imiter dans cette Expérience, ſeroit à une trop grande diſtance de la Cornée, & au de là du fond de l'Oeil; c'eſt à cet inconvenient que remedie *l'Humeur Criſtalline*, dont la Force, en fait de Refraction, ſurpaſſe celle des autres Milieux qui l'environnent; les Rayons convergens dans l'Humeur aqueuſe, paſſent à travers du Criſtallin dans l'Humeur Vitrée; c'eſt-à-dire, paſſent d'un Milieu, moins refringent, à travers un autre plus refringent, & qui eſt terminé par deux Surfaces ſphériques convexes, dans un troiſième, moins refringent; par là les Rayons convergens le deviennent encore davantage *; c'eſt ce qui *fait* que les Rayons concourent plutôt, & *que l'Image tombe en dedans de l'Oeil.*

3073.

* 3012.

3. Experience.

3074. Tout reſtant comme dans l'Expérience précedente, il faut introduire dans la Boëte, à une petite diſtance de l'Ouverture, par laquelle la Lumière entre, la Planchette garnie d'une Lentille convexe *, qui raſſemble les Rayons paralleles à la diſtance d'un Pouce dans l'Air. Pour que l'Image ſoit bien diſtincte, il faut faire avancer la Planchette T vers V.

TAB. C. Fig. 6.

* 2763.

3075. Nous avons dans cette Expérience un Oeil artificiel, qui repréſente exactement l'Oeil naturel, quant au Mouvement de la Lumière. Le Verre V, comme dans l'Expérience précedente, repréſente la Cornée; la Lentille convexe de Verre tient lieu de Criſtallin; la Planchette T eſt le fond de l'Oeil. L'Eau ſert d'Humeur aqueuſe & d'Humeur Vitrée: la Refraction, que la Lumière éprouve dans ces deux Humeurs étant à peu près la même.

3076. *Les Objets qui*, comme nous l'avons expliqué, *ſe peignent dans le fond de l'Oeil, ſont repreſentez ſur la Rétine, dont le Mouvement de la Lumière agite les petites Fibres: agitation, qui eſt liée avec la perception des Objets.* Mais il eſt néceſſaire

re d'expliquer plus distinctement comment cela arrive; & pour cet effet, d'ajouter diverses considerations à ce que j'ai déja dit sur les Sensations *, en parlant du Son. * 2310.

Les Perceptions répondent aux Mouvemens des Nerfs *, en telle sorte, que, le Corps étant bien constitué, il n'y ait jamais certaine agitation déterminée de quelque Nerf déterminé, sans que l'Ame éprouve à l'instant quelque Perception déterminée. 3077. * 2310.

Cependant *il n'y a rien de commun entre l'agitation du Nerf, & la Perception qui y répond.* 3078.

D'où il suit, qu'*il n'y a* aussi *rien de commun* entre l'Objet, dans lequel réside la cause de l'agitation du Nerf, & la Perception, c'est-à-dire, *entre la Perception & l'Objet, qui est apperçu.* 3079.

Ainsi *les Sens ne nous apprennent rien par eux mêmes.* 3080.

L'Attouchement seul doit être excepté de cette Règle; parce que ce Sens donne à connoitre les diverses Resistances des Corps, & nous apprend par cela même d'une manière immédiate bien des choses concernant les Corps. 3081.

Toutes les Sensations ont ceci de commun; c'est que *les mêmes Perceptions s'offrent à l'Ame, toutes les fois que les mêmes circonstances reviennent.* 3082.

En comparant ensemble ce que nous découvrons par le moyen de divers Sens, dans diverses Circonstances, réiterées plusieurs fois, en faisant particulièrement attention à ce que nous avons appris par l'Attouchement, nous acquerons enfin, par une longue Expérience, la faculté de discerner bien des choses par rapport aux Objets extérieurs. 3083.

Nous ne discernons jamais rien par les Sens, que dans le tems que nous éprouvons une Sensation particulière, distincte de toute autre; or comme une pareille Sensation n'a jamais lieu régulièrement, sans le retour de certaines circonstances déterminées *, dont la comparaison indiquée *, soutenue d'un long usage, nous a fait acquerir la connoissance, l'Idée des circonstances, c'est-à-dire, *l'Idée de ce que nous découvrons touchant l'Objet, est tellement liée avec la Sensation* même, *qu'elle ne s'en sépare jamais* plus dans la suite. 3084. * 3082. * 3083. 3085.

Dans un nombre infini d'occasions, les Hommes joignent ensemble des Idées, qui n'ont rien de commun entr'elles, &

qu'ils regardent après cela comme inſéparables, ou comme liées les unes avec les autres par leur Nature; mais ce n'eſt pas ici le lieu d'entrer dans cette matière, que j'ai traitée dans ma Logique, où j'ai expliqué plus au long ce qui regarde nos Sens.

Revenons à la Viſion. Tous les Rayons, qui partent de quelque Point viſible, en ſe réuniſſant à l'endroit où le Point eſt peint dans le fond de l'Oeil, y agitent quelque Fibre, &
3086. la même choſe a lieu par rapport à *chaque Point de l'Objet, qui ſe peint dans l'Oeil*; puiſque chaque faiſceau de Rayons y *produit une agitation déterminée & diſtincte de toute autre, dans quelque Fibre.*

3087. Ainſi *la Viſion* n'*eſt diſtincte* que *lorſque les Objets ſont*
* 3084. *exactement peints dans le fond de l'Oeil* *.

3088. *Quand les Rayons, qui partent d'un même Point, ne ſe réuniſſent pas exactement dans la Rétine*, l'Image n'eſt pas un Point, mais une Tache, qui ſe confond avec les Images des Points voiſins, & en ce cas *la Viſion eſt confuſe.*

3089. Or comme *ſuivant la différente Diſtance du Point lumi-*
* 2936. *neux*, le Foyer de ce Point ſe trouve plus ou moins éloigné *, *il faut néceſſairement qu'il y ait quelque changement dans l'Oeil, afin* que l'endroit, où l'Image ſeroit peinte exactement, ne ſoit pas en deça ou au de là de la Rétine, & *que la Viſion ne ſoit pas confuſe.*

Les Philoſophes ne ſont pas d'accord entr'eux au ſujet de ce changement, ſur lequel nous nous contenterons d'obſerver,
3090. qu'*il n'eſt nullement probable, que toute la figure de l'Oeil change, pour éloigner, ou pour approcher la Rétine*, & que c'eſt dans l'intérieur de l'Oeil qu'il faut chercher ce changement.

3091. Si c'étoit la Figure de l'Oeil qui changeât, comme ce changement eſt également néceſſaire dans tous les Animaux, il ſeroit auſſi le même pour tous; car nous ne trouvons pas que dans la Nature un même Effet ait différentes Cauſes. Or la Sclérotique eſt trop dure dans une Baleine pour pouvoir changer de figure. De plus, s'il y avoit un tel changement dans tout l'Oeil, ce changement ſeroit cauſé par la Preſſion des Muſcles extérieurs, qui ſera différente ſuivant la différente ſituation de l'Oeil, & régulière ſeulement dans un cas.

Il n'eſt pas poſſible, outre cela, que la Figure de l'Oeil change aſſez, pour que la Viſion ſoit diſtincte à la diſtance de cent Pieds & à celle de deux Pouces; or il y a des Hommes, dont les Yeux éprouvent un changement ſuffiſant pour voir un objet diſtinctement à l'une & à l'autre de ces diſtances; ce qui ſeroit impoſſible, à moins que la longueur de l'Oeil n'eut été preſque doublée, ſi c'étoit cette cauſe qui rendit la vue diſtincte. 3092.

En examinant le dedans de l'Oeil, on trouvera qu'il doit y avoir néceſſairement du changement dans le Criſtallin, qui, en changeant de place ou de figure, peut produire l'Effet en queſtion; car les Rayons, qui iroient ſe réunir au de là de la Rétine, ſe réuniront ſur la Rétine même, ſi l'Humeur criſtalline devient plus convexe *, ou, ſi cette Humeur, en gardant ſa figure, s'avance vers la partie antérieure de l'Oeil. 3093. * 3007.

Il paroîtra que *l'Humeur criſtalline change* facilement *de ſituation, & s'approche ou s'éloigne de la Rétine*, ſon Axe reſtant le même, ſi l'on fait attention, que les Ligamens ciliaires ſont muſculeux: quand ces Muſcles s'enflent & deviennent plus courts, la Cavité, que l'inflexion de ces Ligamens produit en C *l*, C *l*, diminue; ce qui comprime l'Humeur vitrée, qui preſſe à ſon tour l'Humeur criſtalline, & en la pouſſant, augmente ſa diſtance de la Rétine: éloignement requis pour appercevoir les Objets placez près de l'Oeil *. 3094. * 2936. 3011.

Mais cette première cauſe ne ſuffit pas encore, & il y a dans l'Oeil un ſecond changement, qui a auſſi rapport à *l'Humeur criſtalline*, laquelle, *quand elle* eſt tirée par les Ligamens ciliaires, *s'éloigne du Fond de l'Oeil*, & *s'applatit davantage*; ainſi *le changement de Figure doit être plus grand, que ſi le Criſtallin ne changeoit point de ſituation*: c'eſt-à-dire, que le changement doit être plus ſenſible, ce qui a ſon uſage, comme nous le verrons dans la ſuite *: uſage néanmoins, qui la plupart du tems n'eſt pas fort conſiderable pour ceux, qui ont l'uſage de leurs deux Yeux *. 3095. 3096. 3097. * 3110. * 3112.

Ces changemens dans l'Oeil ont leurs bornes; auſſi *les Objets ne paroiſſent*-ils *diſtinctement qu'entre de certaines Limites*, qui ſont *différentes pour différens Hommes*; & *très ſouvent les Limites ſont différentes pour les Yeux d'un ſeul & même Homme*; ce qui ſert à peu près autant que ſi la diſtance 3098. 3099.

ce

ce entre les Limites étoit plus grande pour les deux Yeux, un Oeil ſuffiſant pour appercevoir aſſez diſtinctement un Objet.

3100. Il s'en trouve auſſi en qui la Limite la plus prochaine relativement à un Oeil eſt plus éloignée, que la Limite la plus éloignée ne l'eſt à l'autre Oeil; en ce cas les Objets, qui ſont fort près & ceux qui ſont fort loin, ſont vûs diſtinctement; mais les Objets, qui ſont entre deux, ne paroiſſent que d'une manière confuſe.

3101. L'Image dans le fond de l'Oeil eſt, comme il a été dit *, renverſée; ce qui a donné lieu à demander, pourquoi les Objets paroiſſent droits? Nous répondons par une autre queſtion; conçoit on mieux la liaiſon entre l'Idée dans notre Ame & la Figure droite, qu'entre cette même Idée & la Figure renverſée? Il faut avouer que ni dans l'un ni dans l'autre cas nous n'appercevons pas la moindre liaiſon. C'eſt par une longue Expérience que nous acquerons la faculté de juger des Objets par les Senſations, que nous éprouvons toujours, dès que des circonſtances ſemblables ont lieu *; & il n'importe guères, en quelle ſituation ſoient les Fibres, pourvû que les Senſations ſoient différentes dans différentes Circonſtances; & les mêmes, quand les Circonſtances ſont les mêmes: auſſi il ne faut pas ſe repréſenter l'Ame, comme placée dans un coin de l'Oeil & regardant de là l'Image des Objets ſur la Rétine; l'Ame joint avec des Senſations déterminées, des Idées acquiſes d'ailleurs *.

* 3070.

* 3082.

* 3085.

3102. *Un Objet, vû des deux Yeux, nous paroit unique*, & cela dans le ſeul cas, où l'Objet eſt repreſenté dans des Points correſpondans de la Rétine. Quelques Phyſiciens attribuent cet effet au concours des Nerfs optiques; ils diſent, que dans les Animaux, qui regardent un même Objet des deux Yeux, les Nerfs optiques concourent avant que d'arriver au Cerveau, auquel ils parviennent après s'être ſéparez derechef.

3103. Ce n'eſt point là cependant la vraye cauſe; car dans le Caméléon, qui tourne un Oeil vers le Ciel, pendant que de l'autre il regarde la Terre, les Nerfs ſe confondent de même que dans l'Homme, quoique dans preſque tous les Animaux, qui regardent au même inſtant un Objet d'un de leurs Yeux

&

& un autre Objet de l'autre, les Nerfs optiques ſoient ſéparez depuis les Yeux juſqu'au Cerveau.

La véritable raiſon, pourquoi un Point paroit unique, eſt l'Expérience, qui nous a appris conſtamment, que deux Senſations, cauſées par l'agitation de deux Points correſpondans des Nerfs, viennent d'un ſeul Point; & par là ces deux Senſations liées dans notre Ame, ſont tellement liées auſſi avec l'Idée d'un Point viſible, qu'il n'y a plus moyen de les ſéparer: comme la Senſation, produite par la ſeule agitation d'un Nerf, ſe lie intimément & ſe confond avec l'Idée d'un Point viſible, de même eſt il clair, que deux Senſations peuvent ſe confondre avec la même Idée; pourvû qu'une Expérience conſtante nous aît appris, que ces Senſations n'ont jamais été occaſionnées que par un ſeul Point viſible. 3104.

Les Points correſpondans ſont donc ceux, dans leſquels le même Point eſt peint dans les deux Yeux en même tems. Ces Points peuvent différer dans différens Hommes, par exemple dans les Louches; il peut arriver auſſi qu'ils changent dans le même Homme; car ſi quelque accident dérange la ſituation du Criſtallin, ou que l'Oeil éprouve quelque autre changement, l'Image du Point pourra, tout le reſte demeurant de même, tomber ſur une autre Fibre; en ce cas les Objets paroiſſent doubles; mais cette incommodité diminue avec le Tems, & à l'aide d'une longue Expérience, ceſſe enfin tout-à-fait. 3105.

Dans des Yeux bien conſtituez les Points correſpondans ſont dans des Cercles parallèles, qui paſſent dans chaque Oeil par un Point, où l'Axe de l'Oeil traverſe la Rétine; ces Points dans ces Cercles ſont de même coté, & également éloignez de ce dernier Point. 3106.

On ne voit dans un même Inſtant qu'un ſeul Point bien diſtinctement, ſçavoir celui qui eſt repreſenté dans l'Axe de l'Oeil; ce Point là ſeul eſt peint par des Rayons directs: les Rayons, qui repreſentent les autres Points, étant obliques, & la Viſion par cela même moins diſtincte *. 3107.

* 2987. 3042.

Voilà pourquoi, quand nous regardons un Point de nos deux Yeux, nous les dirigeons enſorte, que leurs Axes prolongez ſe couperoient dans ce Point; il eſt facile de s'appercevoir que la choſe eſt ainſi, quand on fixe avec attention 3108.

les Yeux ſur quelque Point; autrement on parcourt pluſieurs Points ſucceſſivement, en dirigeant les Yeux de façon, que l'Image d'un Point, & enſuite celle d'un autre, ſoient diſtinctement repreſentées dans les deux Yeux: or comme cela ſe fait fort vite à l'égard de tous les Points d'un Objet, qui n'eſt pas trop grand, nous voyons tout l'Objet comme ſi c'étoit d'un ſeul coup d'Oeil, & aſſez diſtinctement.

3109. Il eſt évident, que les Rayons de Lumière, en tombant ſur les Fibres de la Rétine, occaſionnent différentes Senſations, & cela par différentes cauſes; mais quand il s'agit de juger de la Diſtance, ces Senſations ne ſuffiſent pas; il faut faire attention à quelque choſe de plus. Or il eſt néceſſaire de connoître la Diſtance où chaque Point eſt de notre Oeil, pour diſcerner les Figures des Objets, & juger de la Situation, où ils ſont les uns à l'égard des autres.

3110. Quand nous regardons un Point, l'Humeur criſtalline prend une Figure particulière, qui eſt différente, ſuivant la différente Diſtance du Point, & toujours la même, quand les Diſtances ſont égales *; or comme ce changement du Criſtallin eſt inſéparable de quelque Senſation déterminée, *nous acquerons par l'uſage la faculté de juger de la Diſtance*; que nous concevons toujours la même, toutes les fois que nous éprouvons la même Senſation.

* 3089. 3096. 3111.

Cela ne nous eſt cependant d'uſage que *quand les Diſtances ſont petites*, parce que les changemens ſont alors plus grands. Mais *quand les Diſtances ſont un peu plus grandes, le jugement, que nous en portons, eſt moins certain, ſi nous ne regardons l'Objet que d'un Oeil*; à cauſe que n'étant pas accoutumez, à juger des Diſtances de cette manière, les petites différences dans les Senſations ne ſont pas aſſez ſenſibles.

3112.

3113. Quand nous regardons un Point des deux Yeux, nous dirigeons leurs Axes vers ce Point, enſorte que ces Axes ſoient plus ou moins inclinez l'un vers l'autre, ſuivant que la Diſtance du Point eſt plus petite ou plus grande *. Ce changement de la Situation reſpective de nos Yeux nous eſt ſenſible, & tellement même, qu'il eſt joint avec une Senſation de Douleur, quand il s'agit de quelque Point éloigné ſeulement de trois ou quatre Pouces. C'eſt pourquoi, ſans même

* 3108.

me y faire attention, l'uſage nous donne la Faculté de juger de la Diſtance, *par la Direction des Axes*, qui nous eſt ſenſible, parce qu'elle dépend du Mouvement de l'Oeil, plus ou moins ſenſible, comme nous l'avons vû. C'eſt ce qui doit nous faire connoitre de quelle utilité il nous eſt, d'avoir deux Yeux placez à une certaine diſtance l'un de l'autre; *l'on peut, auſſi long-tems que la diſtance des Yeux a une raiſon ſenſible à la Diſtance des Objets, porter de cette dernière un Jugement aſſez certain.* 3114.

Quand les Diſtances ſont grandes, lorſqu'il s'agit d'Objets connus, *on juge d'elles par la Grandeur apparente, par la Couleur, & par d'autres circonſtances.* Ce Jugement eſt encore fondé ſur l'Expérience; car quand notre Ame veut juger de la Diſtance d'un Objet, elle s'aide de tout ce qu'elle en connoit. 3115.

Il n'eſt pas poſſible de juger des grandes Diſtances, à moins que le même Objet ne ſoit obſervé de divers endroits. 3116.

La Grandeur apparente d'un objet dépend de la Grandeur de l'Image dans le fond de l'Oeil, & cette dernière à ſon tour dépend *de l'Angle, ſous lequel l'Objet eſt vû*; c'eſt-à-dire, de l'Angle, qui eſt formé par des Lignes menées des extrémitez de l'Objet a l'Oeil. 3117.

La Grandeur apparente, dont il s'agit, doit être diſtinguée de celle, *que notre Ame attribue à l'Objet vu*; cette dernière eſt fondée ſur un Jugement, qui eſt l'Effet, non ſeulement de cette apparence, mais auſſi de tout ce que nous ſçavons d'ailleurs concernant l'Objet; par Exemple, tout le Monde ſçait, qu'un Objet paroit plus petit à meſure qu'il eſt plus éloigné; c'eſt ce qui fait, que notre Ame juge que la Grandeur apparente de l'Objet *eſt augmentée, quand l'Objet eſt à une plus grande Diſtance*, & que nous le ſçavons: Jugement, que nous portons, ſans y faire attention, à cauſe que nous en avons pris l'habitude dès notre enfance. C'eſt pourquoi le même Objet, à la même Diſtance, paroitra de différente Grandeur, ſi le Jugement qu'on porte touchant ſa Diſtance eſt différent. 3118.

C'eſt de quoi le Soleil & la Lune, qui paroiſſent plus grands près de l'Horizon que quand ils ſont plus élevez, nous fourniſſent un Exemple remarquable; quoique, comme les Aſtro- 3119.

nomes le ſçavent, l'Image du Soleil dans le Fond de l'Oeil ſoit la même dans les deux cas, & que l'Image de la Lune ſoit plus petite, quand cet Aſtre paroit plus grand près de l'Horizon; nous ne ſçaurions juger de la Diſtance *; mais elle nous paroit plus grande par toutes les Terres que nous voyons entre ces Corps & nous, quand ils ſont près de l'Horizon. On peut ſe convaincre que c'eſt là l'unique & véritable cauſe de ce Phénomene, en regardant ces Corps par un Tube; la Diſtance apparente s'évanouit alors, & avec elle la Grandeur, qu'on en inféroit. Car dès notre Enfance nous avons toujours continué à augmenter dans notre Eſprit la Grandeur apparente, à proportion que nous jugions la diſtance plus grande, (ce qui eſt néceſſaire pour bien juger de la grandeur réelle de l'Objet) & par là ces Idées ſe trouvent ſi intimément liées enſemble, qu'il n'y a plus moyen de les ſéparer *, pas même dans les cas, où nous ſçavons qu'elles nous jettent dans l'erreur.

* 3116.

* 3085.

CHAPITRE XI.

De la Viſion à travers des Verres, & de la maniè-re de remedier à quelques defauts des Yeux.

3120. UN Objet eſt viſible, parce que tous ſes Points ſont des
* 3076. Points lumineux *. Donc *un Point nous paroit être*
3121. *dans l'endroit, d'où partent les Rayons divergens* *. A moins
* 3111. que différentes circonſtances ne nous faſſent juger autrement de la diſtance; car il s'agit ici de la Viſion qui ſe fait avec un ſeul Oeil, & qui donne lieu par conſequent à un Jugement
* 3112. incertain *.

3122. *Si les Rayons, rompus de quelque manière que ce ſoit, entrent divergens dans l'Oeil, le Point viſible ſera dans le Point de diſperſion des Rayons*, puiſqu'ils entrent dans l'Oeil de la même manière, que des Rayons, qui partiroient directement de ce Point; & que, pour concourir dans la Rétine, la Figure & la Situation du Criſtallin doivent être les mêmes: de ſorte qu'il eſt indifférent au Spectateur, ſi ces Rayons en-

entrent dans l'Oeil directement ou non; & que le même Mouvement ſe fait dans l'Oeil, quand il ſe diſpoſe, comme il faut pour que la Viſion ſoit diſtincte *. * 3089. 3111.

Un Point paroit plus illuminé à proportion du nombre des Rayons, qui en partent, & qui entrent dans l'Oeil. 3123.

Je ne dirai rien de la Grandeur & de la Diſtance, que nous attribuons à un Objet, vû au travers d'un Verre, & je ne traiterai que de la Grandeur apparente, & des Diſtances que l'on attribue aux Points, d'où ſemblent partir les Rayons, qui peignent l'Image des Points de l'Objet ſur la Rétine. Tout le reſte eſt incertain, & ce que ceux, qui ont écrit de l'Optique, ont avancé ſur ce Sujet, ne s'accorde ſouvent point du tout avec l'Expérience. Différens Hommes, dans les mêmes circonſtances, portent des Jugemens différens ſur les Sujets, dont il s'agit; & le même Homme, en regardant ſucceſſivement par le même Verre des Objets également éloignez, en ſuppoſant l'Oeil à la même diſtance, ne juge pas toujours de même de leur Grandeur & de leur Diſtance. 3124.

Voici une autre preuve de l'incertitude de nos Jugemens touchant la Diſtance. Qu'on regarde un Objet à travers un Verre, &, qu'après avoir jugé de la Diſtance, on diſpoſe l'Objet & le Verre enſorte, que tout l'Objet ſe voye bien encore à travers le Verre, mais qu'il y en ait un Point, qui ſe voye au bord même du Verre; qu'on approche enſuite un autre Objet de façon qu'on l'apperçoive hors du Verre, du même Oeil, dont on ſe ſert pour regarder le premier Objet à travers le Verre, & que les deux Objets paroiſſent joints, & dans un même Plan; cela étant, ſi l'on ôte le Verre, & que le Spectateur juge de la Diſtance du dernier Objet, elle ne lui paroitra pas la même que celle, qu'il avoit attribuée à l'Objet vû par le Verre. 3125.

Les Objets vûs à travers un Verre plan, terminé par des Surfaces parallèles entr'elles, paroiſſent à une plus petite Diſtance, qu'étant regardez ſimplement à l'Oeil. 3126.

Soit A le Point viſible; les Rayons, qui en partent, & qui entrent dans l'Oeil, ſont entre A *b* & A *b*; ces Rayons, étant rompus dans le Verre VV, parcourent les Lignes *bc*, *bc*, & ſortent du Verre par *cd*, *cd*, parallèles à A*b*, A*b* *: or comme *bc*, *bc* ſont rompus en s'approchant de la Perpendiculaire *, *cd*, *cd* * 2792. * 2787. TAB. CI. Fig. 1.

continuez tombent entre *b*A & *b*A; c'eſt-à-dire s'entrecoupent en *a*, moins éloigné que A; ainſi le Point de diſperſion des Rayons, qui entrent dans l'Oeil, eſt *a*; & c'eſt en cet endroit que le Point A eſt vû *.

* 3122.

3127. *Le Point* en queſtion *paroit* auſſi *plus illuminé*. Car tous les Rayons entre A*b* & A*b* paſſent dans la Prunelle entre *d* & *d*; mais comme les Lignes A*b*, A*b* ſont parallèles aux Lignes *cd*, *cd*, & que ces dernières ſont entre les premières, A*b*, & A*b* prolongées tomberoient au de là de *d* & *d*; & par conſéquent, en ôtant le Verre, les Rayons, qui entrent à preſent dans la Prunelle, occuperoient un plus grand eſpace, & n'entreroient pas tous dans l'Oeil. Tout Point, qui approche davantage de l'Oeil, paroit plus illuminé; & c'eſt ce qui a lieu dans le cas preſent; car ſi la Prunelle, gardant la même Ouverture, n'étoit pas plus éloignée du Point A, qu'elle ne l'eſt preſentement du Point de diſperſion *a*, elle recevroit les mêmes Rayons, ce qui eſt une ſuite de l'égalité des Angles *b*A*b*, *cac*, que forment les Parallèles *b*A, *ca*, & *b*A, *ca*.

3128. *La Grandeur apparente d'un Objet* * *eſt augmentée par l'interpoſition d'un Verre plan.* L'Objet AE, vû à l'Oeil nû, paroit ſous l'Angle A*d*E; mais le Verre VV, étant interpoſé, le fait appercevoir ſous un plus grand Angle *cdc*, à cauſe de la Refraction par A*bcd*, & par E*bcd*.

TAB. CI. Fig. 2.

* 3117.

3129. *L'Augmentation de la Grandeur apparente croit* avec la différence entre les Angles A*d*E, & *cdc*: différence, qui augmente à proportion que les Lignes A*d*, *bc*, & E*d*, *bc*, s'entrecoupent plus près des Points *b* & *b*; c'eſt ce qui arrive *quand l'Objet s'approche du Verre*; & par conſéquent cette augmentation eſt la plus grande de toutes, quand l'Objet touche le Verre; ce qui prouve que les Objets, renfermez dans le Verre, doivent paroître aggrandis.

3130. En général, *l'Oeil étant dans un Milieu moins refringent, l'Objet, placé dans un Milieu plus refringent, paroit aggrandi, & outre cela rapproché par la Refraction* *. C'eſt ce qu'une Expérience journalière vérifie, par rapport aux Objets vûs dans l'Eau.

* 2891.

3131. Soit *un Point* A, *vû à travers une Lentille convexe* VV, l'Objet étant poſé entre le Verre & le Foyer, où ſe raſſemblent

TAB. CI. Fig. 3.

blent les Rayons parallèles, qui viennent du coté de l'Oeil, les Rayons Ab, Ab ſortent du Verre moins divergens en cd, cd, comme s'ils venoient du Point a *; & par cela, même le Point viſible *eſt apperçu à une plus grande diſtance* *. *Il paroit auſſi plus illuminé*; car les Rayons ſe rapprochent en traverſant le Verre *, & ſont réduits en un plus petit eſpace; ce qui fait qu'il en entre un plus grand nombre dans la Prunelle. * 3011. * 3122. 3132. * 3007.

La Grandeur apparente d'un Objet, ſi l'Oeil n'eſt pas appliqué contre la Lentille, eſt auſſi augmentée; c'eſt-à-dire, qu'en ce cas, *un Objet* eſt *vû* ſous un plus grand Angle *à travers un Verre convexe*, comme on peut s'en convaincre par la ſeule Inſpection des Figures: l'Objet AE, quand on le regarde ſans Verre, eſt vû ſous l'Angle AdE, mais avec un Verre il eſt vû ſous un plus grand Angle cdc; car (dans la *Fig.* 4.) les Rayons Ab, Eb, convergens, ſont plus convergens encore en ſortant de la Lentille *; ou (dans la *Fig.* 5.) ces mêmes Rayons divergens, entrent convergens dans l'Oeil *; c'eſt pourquoi l'Objet *paroit aggrandi*; mais comme nous l'avons dit *, *la Grandeur, que nous attribuons à un Objet, ne ſuit pas la même Proportion que la Grandeur apparente* *. TAB. CI. Fig. 4 & 5. 3133. * 3012. * 3011. * 3124. 3134.

Les Objets ne paroiſſent pas toujours diſtinctement à travers un Verre convexe. Car *pour qu'un Point paroiſſe diſtinct, il faut que les Rayons, qui partent de ce Point, entrent divergens dans l'Oeil* *; *& que le Point de diſperſion de ces Rayons ne ſe trouve pas, relativement au Spectateur, hors des Limites, entre leſquelles ſeules la Viſion eſt diſtincte* *. * 3118. 3135. * 3121. * 3122. 3098.

Si l'Objet eſt éloigné au de là du Foyer des Rayons parallèles, partis du coté où eſt l'Oeil, les Rayons, qui viennent d'un Point de l'Objet, entrent convergens dans l'Oeil *, & la Viſion eſt toujours confuſe. Ce cas eſt impoſſible quand on voit un Objet à l'Oeil nû. 3136. * 3011. 3035.

Si l'Oeil eſt aſſez éloigné, pour que les Rayons, qui partent d'un Point viſible concourent par la Réfraction, avant que d'arriver à l'Oeil, tous les Points, où des Rayons ſe réuniſſent, ſont des Points lumineux; ſçavoir, les Foyers des différens Points de l'Objet, par leſquels cet Objet eſt repreſenté renverſé ſur un Papier blanc *; & qui ſont les Points viſibles par rapport à l'Oeil, auquel les Rayons peuvent parvenir après l'In- 3137. * 3058.

* 3121. l'Interſection *. En ce cas *l'Objet paroit renverſé*; à cauſe que ce n'eſt pas l'Objet même que nous voyons, mais ſon Image en deça du Verre; or nous avons dit que cette Image eſt
* 3058. renverſée *; & notre Imagination la rapporte au de là du Verre.

3138. J'ai dit qu'à l'Oeil nû, il n'étoit pas poſſible que des Rayons, qui partent d'un Point entraſſent convergens dans l'Oeil; mais quand on fait exiſter ce cas par le moyen d'un Verre la Viſion eſt toujours confuſe, nôtre Oeil n'étant pas fait pour ſe prêter à un cas naturellement impoſſible; cependant il arrive quelquefois, quoique rarement, que dans la ſuppoſition même que les Rayons entrent convergens dans l'Oeil, les Objets ſont pourtant vûs diſtinctement; mais comme cela même vient de quelque défaut dans l'oeil, ce qui empêche presque toujours que la Viſion à l'Oeil nû ne ſoit diſtincte, j'ai cru que ces exceptions n'invalidoient pas la Règle génerale.

3139. *Le défaut dans les Yeux de la plupart des vieillards* eſt de ne voir diſtinctement que les Objets éloignez, mais de voir confuſément ceux qui ſont près: défaut, qui *ſe corrige par l'interpoſition d'une Lentille convexe.*

Les Rayons, qui partent d'un Point peu éloigné, ſe réuniſſent au de là de la Rétine; un Verre convexe les rend moins divergens, quand ils entrent dans l'Oeil, & les fait concourir à une plus petite diſtance du Criſtallin; c'eſt-à-dire, que les Rayons parviennent à l'Oeil, comme s'ils partoient d'un Point plus éloigné, & qu'un Vieillard verroit diſtinctement.

3140. *Les Objets vûs à travers une Lentille concave paroiſſent moins éloignez, moins éclairez, & plus petits.*

3141. TAB. CI. Fig. 6. * 3021. * 2877. * 3122. Les Rayons A*b*, A*b*, & tous les autres, qui ſont entre deux, en paſſant par une Lentille concave deviennent plus divergens *, & entrent dans l'Oeil, comme s'ils partoient d'un Point moins éloigné *a* *, & c'eſt là qu'on rapporte le Point viſible *.

3142. Plus les Rayons ſont divergens plus ils s'écartent les uns des autres; ainſi il en entre moins dans l'Oeil, ce qui diminue la
* 3123. clarté du Point *.

3143. TAB. CI. Fig. 7. * 3022. La Grandeur apparente diminue auſſi; à cauſe que les Rayons A*b*, E*b*, qui repreſentent les extremitez de l'Objet, parviennent moins convergens à l'Oeil *; ainſi l'Angle *c d c*, ſous le-

lequel l'Objet eſt vû à travers la Lentille, eſt plus petit que l'Angle A *d* E, ſous lequel l'Objet paroit à l'Oeil nû ; ce qui fait paroître l'Objet plus petit *. * 3117.

Ceux, qui ne voyent diſtinctement que les Objets peu éloignez, & qu'on appelle Myopes, peuvent faire uſage d'une Lentille concave, qui rapproche des Points éloignez * ; par ce moyen les Rayons, qui ſe réuniſſoient avant que d'arriver à la Rétine, s'y réuniſſent alors, à cauſe qu'ils entrent plus divergens dans l'Oeil. 3144. * 3140.

Il paroit par tout ce que nous venons de dire, qu'en mettant à part la clarté de l'Objet, parce que, tant à travers le Verre qu'à l'Oeil nû, elle dépend de la Grandeur variable de la Prunelle, on peut rapporter à deux Claſſes toutes les différences qu'il y a entre la Viſion par une Lentille, & la Viſion à l'Oeil nû ; le Point viſible eſt tranſporté, & la Grandeur apparente de l'Objet eſt changée, c'eſt-à-dire, que l'Image de l'Objet change dans le fond de l'Oeil. 3145.

Nous déterminons le changement de place du Point viſible par le moyen de la Règle donnée dans l'Article 3035, touchant la Refraction de la Lumière en traverſant une Lentille. 3146.

La proportion entre l'Image d'un Objet vû à l'Oeil nû, & celle de ce même Objet vû à travers une Lentille, ſe trouve par la Méthode ſuivante, dont une des conſequences eſt, qu'*il n'y a point de différence entre les Images, quand l'Oeil ou l'Objet eſt appliqué contre la Lentille.* 3147.

Soit V une Lentille convexe ou concave ; O l'Oeil ; A B l'Objet ; F le Point des Rayons parallèles venant du coté de l'Objet. Après avoir trouvé aux trois Proportionelles F V, F O, V A, la quatrième Proportionelle V G ; ſoit marqué G enſorte, que V ſoit relativement à A & G, comme F eſt relativement à O & V ; alors O G ſera à O A, comme l'Image de l'Objet vue ſans Verre, à l'Image de l'Objet vû à travers une Lentille ; & *cette Proportion ne change point, en tranſpoſant l'Oeil & l'Objet* de façon, que chacun d'eux ſoit dans l'endroit où étoit l'autre. 3148. TAB. CII. Fig. 1.2.3. 3149.

Quand la Lentille eſt concave (*Fig.* 3.) O G eſt plus grande que O A, & l'Objet paroît plus petit ; ſi la Lentille eſt convexe & que O ſe trouve entre F & V (*Fig.* 1.) l'Image eſt toujours aggrandie. 3150.

3151. Si O coincide avec F, G coincide avec V, & la raiſon cherchée eſt celle qu'il y entre F V & F A.

3152. C'eſt-à-dire, en plaçant l'Oeil au Foyer des Rayons parallèles, l'Image de l'Objet, vû à travers la Lentille, à quelque diſtance que nous concevions cette dernière, eſt égale à l'Image du même Objet, vû à l'Oeil nû & placé à la diſtance

3153. où le Verre eſt de l'Oeil; car *l'Image d'une Ligne, vue à l'Oeil nû, croit en raiſon inverſe de la Diſtance où cette Ligne eſt de l'Oeil:* car la Grandeur apparente ſuit la raiſon de

* 3117. l'Angle ſous lequel un Objet eſt vû *, & cet Angle, la Ligne, qui lui ſert de baſe, reſtant la même, decroit à proportion que la baſe s'éloigne, à cauſe qu'il s'agit d'un très petit Angle.

3154. En éloignant l'Oeil (*Fig.* 2.) au de là de F, la différente Situation de l'Objet donnera différens Phénomènes, comme nous le verrons dans le Scholie ſuivant, où nous démontrerons ce que nous n'avons fait qu'indiquer ici.

3155. Il y a des Verres terminez d'un coté par une Surface plane, & de l'autre par pluſieurs Surfaces planes auſſi, & qui font des Angles entr'elles. Les Rayons, partis du même Point, ſouffrent, en traverſant ces Surfaces, différentes Refractions; & pour chaque Surface entrent dans l'Oeil ſuivant une Direction différente, & comme s'ils étoient partis de différens Points: c'eſt-à-dire, que pour un ſeul & même Point il y a divers Points de diſperſion; ce qui multiplie l'Image du Point, autant qu'il y a de Points de diſper-

* 3122. ſion *: or comme la choſe a lieu par rapport à chaque Point

3156. de *l'Objet*, cet Objet, *vû par un Verre taillé à facettes, paroit multiplié.*

SCHO-

SCHOLIE.

Du changement qui arrive à la Grandeur apparente.

J'Ai dit que la Grandeur apparente d'un Objet, vû à travers une Lentille, éprouvoit du changement *. Il s'agit à préſent de démontrer la Methode, que j'ai employée *, pour déterminer le changement en queſtion. 3157. * 3133. 3140. * 3148.

Je crois devoir avertir d'avance, que l'augmentation ou la diminution d'un Objet n'eſt pas la même dans toute l'étenduë de la Lentille; mais comme la différence eſt petite, je l'ai négligée. J'ai déterminé le changement de cette partie de l'Objet, que l'Axe de la Lentille traverſe; c'eſt-à-dire, j'ai conſideré ſeulement les Points de l'Objet peu éloignez de l'Axe. C'eſt uniquement de ces Points qu'il s'agira dans ce Scholie. 3158.

En ſuppoſant tout ce qui a été indiqué dans l'Article 3148, ſoit *o* le Point auquel appartiennent les Rayons, qui, après la Refraction, concourent en O, ou l'Oeil eſt placé; ainſi en menant B*o*, qui arrive à la Lentille au Point D, le Rayon BD ſe rompt & parcourt DO. La Ligne AB de l'Objet paroit ſous l'Angle DOV: à l'Oeil nû cette même Ligne ſeroit vue ſous l'Angle BOA. 3159. TAB. CII. Fig. 1.2.3.

Donc l'Image dans l'Oeil, armé d'un Verre, eſt à cette même Image, dans l'Oeil nû, comme VD à V*d*; lignes, dont la raiſon eſt compoſée de celles de VD à AB, & de AB à V*d*. 3160.

La première de ces raiſons eſt celle de *o*V à *o*A; & la ſeconde celle de OA à OV. 3161.

Nous avons VA, VG::FV, FO*::*o*V, OV*. * 3148.

Altern. Comp. ou Divid. & enfin Invert. *o*V, *o*A::OV, OG. * 3055.

Donc la raiſon compoſée en queſtion eſt formée de ces deux raiſons, de OA à OV & de OV à OG, qui eſt préciſément la raiſon qu'il y a entre OA & OG, comme nous l'avons indiqué dans l'Article 3148.

Concevons à preſent que l'Oeil & l'Objet ſoient tranſpoſez, l'Oeil en A, & l'Objet en O; les Rayons, qui partent du Point O de l'Objet, entrent dans l'Oeil comme s'ils venoient de *o*, ce qui eſt une conſequence * de la détermination de ce Point *; c'eſt ce qui fait, qu'au lieu de voir l'Objet en O, on en voit l'Image en *o*. Dans le cas de la 2de Figure, les Rayons convergens, qui tendent vers chaque Point de l'Image de l'Objet, forment une Repréſentation confuſe de ces Points dans le fond de l'Oeil *; mais il eſt bien clair que la Grandeur de la Repréſentation de l'Image doit être la même, ſoit qu'elle ſe trouve devant ou derrière l'Oeil, pourvû que la Grandeur & la Diſtance en ſoient les mêmes. 3162. * 2789. * 3159. * 3136.

La Grandeur Lineaire de l'Image en queſtion *eſt à la Grandeur Lineaire de l'Objet, comme la diſtance entre l'Image & le Verre, eſt à la diſtance entre le Verre* 3163.

& l'Objet, c'eſt-à-dire, dans la raiſon de V*o* à VO; comme il paroit par
3164. l'Article 3045; d'où nous inferons auſſi en général, que *l'Objet reſtant, le Diamètre de l'Image ſuit la raiſon de la diſtance où l'Image eſt du Verre.*

3165. *La Repréſentation de la Ligne dans le fond de l'Oeil*, en ſuppoſant cette Ligne perpendiculaire à l'Axe de l'Oeil prolongé, comme ſont toutes les Lignes que nous avons conſiderées juſqu'à preſent, *augmente & diminue comme cette Ligne*, & en *ſuit* la Proportion.

Cette même Repréſentation augmente quand l'Oeil approche, & reciproquement, & ſuit *la raiſon inverſe de la Diſtance qu'il y a entre l'Objet & l'Oeil*;
* 3153. comme nous l'avons vû *.

Donc, dans le cas, dont il s'agit, la Grandeur apparente de l'Objet, vû par le Verre, c'eſt-à-dire, la Grandeur de la Repréſentation de l'Image, eſt à la Grandeur de la Repréſentation de l'Objet, vû à l'Oeil nû, en raiſon compoſée de celle qu'il y a directement entre *o* V& OV, & de la raiſon inverſe de *o*A à OA; or cette raiſon eſt celle du Rectangle de *o*V par OA, au Rectan-
*23. El. VI. gle de OV par *o*A *, & c'étoit celle là même que nous avons eue, avant
* 3161. la tranſpoſition de l'Oeil & de l'Objet *.

3166. Soit derechef, comme dans l'Article 3159, V une Lentille convexe ou concave; O l'Oeil, *o* le Point auquel appartiennent les Rayons, qui partiroient de l'Oeil; AB une Ligne de Grandeur déterminée dans l'Objet, que nous concevons mobile.

La Grandeur apparente de la Ligne AB, vue à l'Oeil nû, ſuit la raiſon
* 3153. TAB. CII. Fig. 4.5.6. * *La Hire Sect. Con.* lib. 4. Prop. 2. inverſe de la diſtance OA *; cela étant, ſi en ſuppoſant les Aſymptotes OVA, & OE, on décrit une Hyperbole quelconque, comme *dg*, les ordonnées comme AL, AL, ſeront entr'elles comme les Repréſentations de l'Objet, placé en A ou en A: car ces Ordonnées diminuent en même raiſon que la Diſtance OA augmente *.

3167. TAB. CII. Fig. 1.2.3. * 3158. TAB. CII. Fig. 4.5.6. La Grandeur apparente de la même Ligne AB, vue à travers un Verre, eſt comme l'Angle DOV; lequel, à cauſe de la petite Ligne VD*, ſuit la raiſon de l'Angle V*o*D, c'eſt-à-dire A*o*B, ſous lequel l'Objet ſeroit vû ſi l'Oeil étoit en *o*. C'eſt pourquoi, ayant décrit à diſcretion l'Hyperbole DG, en prenant pour Aſymptotes *o*VA & *oe*, les Ordonnées A*l*, A*l*, en s'éloignant du Point *o*, changeront comme la Repréſentation de l'Objet dans l'Oeil, quand cet Objet eſt tranſporté avec l'Ordonnée, & eſt vû à travers
* 3166 la Lentille; comme il paroit par la Démonſtration précedente *.

3168. Les deux Hyperboles peuvent, comme nous l'avons dit, être décrites à diſcretion; que ſi nous voulons faire uſage des deux en même tems, de telle ſorte qu'il y ait entre AL & ſa correſpondante A*l* de l'autre Hyperbole, la même raiſon qu'il y a, l'Objet étant dans cette ſituation, entre la Grandeur apparente, vue à l'Oeil nû, & cette même Grandeur vue à travers la Lentille, il faudra décrire les Hyperboles de telle manière, que leurs Ordonnées en V ſoient égales, comme V*d*, VD, à cauſe que les deux Images
* 3147. ſont égales, quand l'Objet eſt placé dans ce Point *.

3169. TAB. CII. Fig. 2. 5. Quand, en ſuppoſant la Lentille convexe, l'Oeil eſt éloigné de la Lentille au de là du Foyer des Rayons parallèles, qui viennent du coté oppoſé,

le

le Point *o* tombe de l'autre coté de la Lentille; alors ſi l'Objet eſt en *o*, l'Image augmente à l'infini. Si l'on éloignoit l'Objet encore davantage de l'Oeil, il faudroit ſe ſervir de la Section oppoſée *gh*, qui eſt la continuation de l'Hyperbole, dont la ſituation démontre que la ſituation de l'Image change en ce Point, c'eſt-à-dire, que les Objets paroiſſent renverſez.

Quand OF eſt plus grande que FV, la courbe *gh* coupe *dg*, l'une & l'autre étant continuées. Pour trouver le Point de leur Interſection, il faut chercher aux deux Grandeurs OF — FV, & OV, une troiſième Proportionelle, qui déterminera dans l'Axe OA, la diſtance entre le Point O & celui, auquel répondent les Ordonnées égales des courbes *gh*, *dg*. 3170.

CHAPITRE XII.

Des Microſcopes & des Téleſcopes.

NOus avons vû de quel uſage étoient les Verres terminez par des Surfaces ſphériques, pour remedier aux defauts des Yeux des Vieillards & des Myopes *. Examinons à preſent comment ils ſervent à découvrir les plus petits Objets, & à mettre en quelque ſorte ſous les Yeux les Objets les plus éloignez. 3171. * 3139. 3144.

J'ai dit que les Verres convexes augmentoient les Objets *: Augmentation, qui dépend de la Refraction des Rayons, qui paſſent par une Lentille convexe; d'où il ſuit, qu'elle eſt plus grande, ſi, tout le reſte demeurant de même, la Refraction eſt plus grande. Or cet effet a lieu, ſi l'on augmente la convexité de la Lentille, qui eſt plus convexe à proportion que les Surfaces, qui la terminent, ſont des Portions de plus petites Sphères; ce qui n'eſt poſſible que dans de petits Verres. 3172. * 3133.

I. Definition.

Des Lentilles pareilles, *très petites, s'appellent des Microſcopes.* 3173.

De petits Objets ſont ſi *prodigieuſement aggrandis à l'aide du Microſcope*, qu'en s'en ſervant on apperçoit diſtinctement des Objets, qu'il auroit été impoſſible de voir à l'Oeil nû. 3174.

2. DEFINITION.

3175. *L'Eſpace, vû par le Microſcope, c'eſt-à-dire, le Cercle, dans lequel les Objets ſont rendus viſibles par le Microſcope, s'appelle le Champ du Microſcope.*

1. EXPERIENCE.

3176. Si nous regardons à travers le Microſcope V le petit Objet A E, il paroitra aggrandi en *ae* *.

TAB. CIII. Fig. 1.

La manière la plus diſtincte de voir des Objets à travers un Verre, eſt en approchant l'Oeil du Verre autant qu'il ſe peut, & en plaçant l'Objet à une juſte diſtance: précaution, abſolument neceſſaire, quand les Lentilles ſont fort petites; ſans quoi le Champ s'évanouit.

* 3131. 3133. 3177.

3178. Quoique les Objets, vûs par de tels Verres, nous paroiſſent prodigieuſement aggrandis, leur Image ne laiſſe pas d'avoir la même Grandeur dans le fond de l'Oeil, que la Lentille ſoit interpoſée ou non *. L'augmentation en ce cas doit être uniquement attribuée à ce que les Objets, qui auroient été confus, ſont rendus diſtincts. Suppoſons un Homme, dont la vue ſoit telle, qu'il voye le plus diſtinctement les Objets à la Diſtance de ſept Pouces; qu'il regarde un Grain de Sable, placé à cette Diſtance de ſon Oeil, l'Image tracée dans le fond de ſon Oeil ſera très petite; qu'il approche le Grain de Sable tellement, qu'il ne ſoit plus de ſon Oeil qu'à la centième partie de la première Diſtance, le Diamètre de l'Image deviendra auſſi cent fois plus grand *; la Viſion alors ſera confuſe, ou plutôt il ne diſtinguera rien; mais en interpoſant une Lentille de convexité convenable, il verra l'Objet diſtinctement. Or comme rien de pareil n'arrive à l'Oeil nû, cet Homme compare la Grandeur de l'Objet, apperçu à travers la Lentille, avec la plus grande que ſes Yeux pourroient trouver à ce même Objet, ſans le ſecours du Verre.

* 3147. * 3153.

3179. Quand on examine de très petits Objets, ou de fort petites parties de quelque Objet, ces Microſcopes ſimples ſont preférables aux autres; mais le Champ en eſt très petit, & les plus petites de toutes les Lentilles ne ſont preſque d'aucun uſage, qu'à ceux, qui, à force d'habitude, ont acquis la dexterité de manier ces Verres & les Objets.

3180. Il y a auſſi des Microſcopes compoſez de deux ou trois Lentilles, dont le champ eſt plus grand que celui des Microſco-

croſcopes ſimples, & qui augmentent auſſi davantage les Objets. Voici ſur quel fondement ils ſont conſtruits.

Soit une petite Lentille, extrêmement convexe V; ſoit de plus l'Objet A E à une telle Diſtance de cette Lentille, que tous les Points de cet Objet ayent chacun leur Foyer après la Lentille *; qu'on approche aſſez l'Objet, pour que les Foyers ſoient reculez juſqu'en *a e* *; l'Objet ſera repreſenté en cet endroit très aggrandi, & ſe peindra très diſtinctement ſur un Papier blanc *. 3181. Tab. CIII. Fig. 2. * 3057. * 3011. * 3011. * 3058.

2. Experience.

Cette Expérience peut ſe faire très commodément, en y employant le Tuyau d'un Microſcope, dans lequel les Objets tranſparens, mis dans une Situation horizontale, peuvent être parfaitement éclairez des Rayons du Soleil, reſléchis par un petit Miroir concave. Ces ſortes de Microſcopes ſont très communs en Angleterre, & commencent à l'être auſſi dans ce Païs-ci. On place une Aîle de Mouche, par Exemple comme ſi on vouloit l'obſerver par le Microſcope, & l'on fait qu'elle ſoit bien éclairée; ayant ôté alors du Tuyau toutes les Lentilles, on y en joint en bas une petite, qui n'augmente pas trop, & l'on adapte vers le milieu du Tuyau un Diaphragme de Papier très mince. Cela étant, ſi l'on applique l'Oeil à l'ouverture ſupérieure du Tuyau, on verra ſur le Papier la Repréſentation de l'Objet dont il s'agit; on hauſſe ou l'on baiſſe le Tuyau, juſqu'à ce que la Repréſentation ſoit diſtincte. Au reſte cette Repréſentation paroit aſſez vive, quoiqu'elle ſoit de l'autre coté du Papier. 3182.

Chacun des Points de cette Repréſentation, que nous ſuppoſons placée en *a e*, eſt un Point lumineux & viſible *, ſi l'on ôte le Papier. Les Rayons, qui partent de ces Points, traverſent la ſeconde Lentille O O, & entrent dans l'Oeil comme s'il venoient de Points plus éloignez, diſpoſez entre a & e *; c'eſt-à-dire, que les Rayons, qui partent de l'Objet A E, après avoir ſouffert une double Refraction en paſſant par les Lentilles V & O O, entrent dans l'Oeil, comme s'ils partoient d'un Objet placé en a e. 3183. Tab. CIII. Fig. 2. * 3121. 3137. * 3131.

Ainſi *un Objet paroit renverſé, & beaucoup plus aggrandi, à travers un* pareil *Microſcope compoſé, qu'à travers un Microſcope ſimple.* Car la Ligne A E, vue par le Microſcope 3184.

pe ſimple V, en appliquant l'Oeil contre le Verre, paroitroit ſous un Angle oppoſé au Sommet, & partant égal à l'Angle *a* V *e*; mais à preſent le même Objet eſt apperçu ſous l'Angle O *d* O, qui eſt au premier, comme la Diſtance entre les Verres V & O O, à la Diſtance entre ce dernier & l'Oeil *. * 3153.

3. & 4. DEFINITIONS.

3185. *Dans ce Microſcope, la plus petite Lentille, voiſine de l'Objet, s'appelle Objective, & l'autre Oculaire.*

5. DEFINITION.

3186. *La Partie de la Surface de l'Objectif, qui n'eſt point couverte, c'eſt-à-dire, par laquelle les Rayons, qui viennent de l'Objet, paſſent, s'appelle l'Ouverture du Microſcope.*

3187. Il ne faut pas que la Lentille oculaire ſoit trop petite: car les Points de la Repréſentation *a e*, quoique Points lumineux, n'envoyent pas néanmoins la Lumière de tous cotez. Les Rayons ſeuls, qui traverſent l'Objectif s'entrecoupent dans tous les Points de la Repreſentation *a e*; ainſi ces Points ne ſeront pas viſibles à travers l'Oculaire, à moins que les Rayons, qui paſſent par l'Objectif, n'arrivent à l'Oculaire. D'où 3188. il ſuit que *le Champ dépend de la Grandeur de l'Oculaire.*

3189. *L'Oeil doit* auſſi *être placé* de façon, que tous les Rayons, qui parviennent à l'Oculaire, & le traverſent, arrivent à l'Oeil; ce qui a lieu, en mettant l'Oeil *au Point d'où les Rayons, qui viennent du Centre de l'Objectif, ſe réuniſſent après l'Oculaire.*

3190. On peut augmenter encore davantage l'Objet, en ajoutant un ſecond Oculaire convexe, qui doit être placé dans l'Angle O *d* O, comme en *o o*; ce qui rend les Rayons O *d*, O *d*, encore plus convergens *, & les fait concourir en *n*, où il faut placer l'Oeil. La Situation de l'Objet A E doit auſſi être tant ſoit peu changée, pour que cet Objet ſoit vû diſtinctement. * 3012.

3191. Les Objets, vûs à travers des Microſcopes, paroiſſent aſſez illuminez, parce qu'ils ſont peu éloignez du Verre, & qu'ainſi les mêmes Rayons, qui, à une plus grande diſtance, ne paſſeroient que par une plus grande ouverture, paſſent 3192. par une petite Lentille; *il faut ſouvent* néanmoins, *dans les plus grandes Augmentations, que les Objets ſoient éclairez par*

par des Rayons, raſſemblez en paſſant à travers une Lentille convexe.

Le Téleſcope, dont on ſe ſert en Aſtronomie, a beaucoup de rapport avec le Microſcope compoſé.

6. Definition.

On nomme Téleſcopes des Inſtrumens, à l'aide deſquels des Objets éloignez ſont vûs plus diſtinctement. 3193.

Celui, dont il ſera ici queſtion, s'appelle Aſtronomique, parce qu'il n'eſt pas propre à faire voir des Objets ſur Terre, les repréſentant renverſez: ce qui ne fait rien aux Aſtronomes. 3194.

Ce Téleſcope eſt compoſé de deux Lentilles convexes, l'une Objective & l'autre Oculaire. Par le moyen de la première de ces Lentilles, les Objets éloignez ſont repréſentez à une certaine diſtance après cette Lentille *, comme les Objets peu éloignez le ſont dans le Microſcope compoſé. En regardant cette Repréſentation à travers de l'Oculaire, elle paroit aggrandie & renverſée, comme nous l'avons dit à l'égard du Microſcope. Il eſt clair que *le champ dépend* auſſi en ce cas, comme dans le Microſcope, *de la Grandeur de l'Oculaire*; comme auſſi que *la Situation de l'Oeil eſt déterminée de la même manière pour le Téleſcope, que pour le Microſcope* *; & qu'ainſi, à cauſe de la longueur du Téleſcope, *l'Oeil doit être placé à peu près dans le Foyer des Rayons parallèles de l'Oculaire.* Le Téleſcope Aſtronomique diffère du Microſcope, compoſé de deux Lentilles, uniquement en ce que dans les Microſcopes les Lentilles ſont plus convexes: de pareilles Lentilles n'étant nullement propres à faire appercevoir des Objets éloignez, & particulièrement celle qui ſert d'Objectif. Dans le Microſcope l'Objectif eſt plus convexe que l'Oculaire; le contraire a lieu dans le Téleſcope. 3195. * 3058. 3196. 3197. * 3189.

Les Téleſcopes, quelque longs qu'ils ſoient, ſont propres à obſerver les Aſtres: ceux, dont la longueur va au de là de vingt Pieds, ne ſont d'aucun uſage, pour obſerver les Objets ſur la Superficie de la Terre, parce que la continuelle agitation de l'Air eſt trop ſenſible, dans une ſi grande Augmentation des Objets. 3198.

On fait un Téleſcope Aſtronomique plus court, *qui ſert à voir* 3199.

voir des Objets terreſtres, en ajoutant deux Lentilles convexes, qu'on nomme auſſi Oculaires.

3200. Les trois Oculaires ſont ſemblables, & raſſemblent les Rayons parallèles à une diſtance, double de celle, à laquelle l'Oculaire du Téleſcope Aſtronomique, en gardant le même Objectif, doit les raſſembler.

3201. TAB. CIII. Fig. 3. Soit l'Objectif V, qui repreſente en *e a* un Objet éloigné & renverſé. Soient de plus les trois Oculaires O O, O O, O O. Le premier eſt diſpoſé de telle ſorte, que les Rayons, qui partent de chaque Point de la Repréſentation *e a*, ſortent paral- * 3011. lèles de la Lentille *: en ce cas les Rayons, qui partent du Point du Milieu de l'Objectif, concourent en G; la ſeconde Lentille doit être placée de façon que ces Rayons, qui s'entrecoupent en G, & qui partent de ce Point, ſortent parallè- * 3011. les de cette ſeconde Lentille *; cela étant, les Rayons, qui arrivent de l'Objectif en *e*, qui s'y entrecoupent, & qui forment ce Point de la Repréſentation de l'Objet, ſe rompent en traverſant la première Lentille, & paſſent par G, reſtant parallèles entr'eux; en paſſant par la ſeconde Lentille, ils ſont * 3010. rompus ſuivant la direction O e, & raſſemblez en e * de telle ſorte, que ce Point ſoit le Point d'une nouvelle Repréſentation: ſemblablement au Point *a* de la première Repréſentation repond le Point a de la ſeconde, or comme la même choſe a lieu par rapport à tous les Points entre deux, la Repréſentation de l'Objet eſt redreſſée en a e.

3. Experience.

3202. TAB. CIII. Fig. 4. * 2772. Les deux Planchettes T, T, garnies de Verres convexes *, qui raſſemblent les Rayons parallèles à la diſtance d'environ cinq Pouces, peuvent gliſſer ſur une Table entre deux Règles, de manière que les Axes des Lentilles ſe trouvent dans une même Ligne droite. A cette Ligne répond une ouverture, qui donne ſeule paſſage à la Lumière, & dans laquelle on a adapté un Objectif, contenu dans le petit Tuyau A B, pour empêcher qu'il n'entre de la Lumière de coté.

Cet Objectif eſt tel, qu'il repréſente, à la diſtance d'environ trois Pieds de A, les Objets renverſez en F, comme on * 3058. peut le voir, ſi l'on reçoit les Rayons ſur un Papier blanc *. A la diſtance de cinq Pouces de F, eſt le premier Oculaire, & à dix

dix Pouces de là le ſecond; en *f*, à la diſtance de cinq Pouces de la ſeconde Lentille, la Repréſentation des Objets en queſtion eſt redreſſée, comme on peut le voir en placant un Papier blanc en cet endroit.

On voit la Repreſentation a e à travers un troiſième Oculaire; pour cet effet l'Oeil doit être en *d*, où les Rayons parallèles a O, e O, concourent; alors *l'Objet paroit aggrandi, rapproché & redreſſé*; car on l'apperçoit ſous l'Angle O *d* O, au lieu qu'à l'Oeil nû, il paroitroit ſous le petit Angle oppoſé au ſommet à l'Angle *a* V *e*. TAB. CIII. Fig. 3. 3203.

L'Objet paroit auſſi rapproché; non ſeulement à cauſe que les Rayons entrent dans l'Oeil comme s'ils venoient de l'Objet peu éloigné a e, mais principalement parce que l'Augmentation fait que notre Imagination diminue la Diſtance. 3204.

4. Experience.

Tout reſtant comme dans l'Expérience précedente; on place, à la diſtance de dix Pouces du ſecond Oculaire, une troiſième Planchette S, garnie d'une Lentille pareille aux autres; & dans une même Ligne avec toutes ces Planchettes, on en mêt encore une quatrième D, percée au milieu en *d*; la diſtance S & D eſt environ de cinq Pouces. Si l'on applique à preſent l'Oeil à l'ouverture *d*, l'Objet paroitra, comme il a été dit, redreſſé, aggrandi & rapproché. En avançant ou en reculant la Planchette D, le champ du Téleſcope deviendra plus petit, à cauſe qu'il n'y a pour l'Oeil qu'une ſeule ſituation, dans laquelle tous les Rayons, qui traverſent les Lentilles oculaires, parviennent à l'Oeil. 3205. TAB. CIII. Fig. 4.

Il eſt bon de remarquer, que les Oculaires, employez dans cette Expérience, ne ſont pas aſſez convexes relativement à l'Objectif V; mais que ceux de la 3me Expérience ſont plus commodes. 3206.

Pour déterminer l'Augmentation de l'Objet, vû par ce Téleſcope, il faut faire attention à l'aggrandiſſement d'une Ligne quelconque de l'Objet; & l'Image, apperçue à l'Oeil nû, ſera à celle qu'on appercevra par le Téleſcope, ſoit qu'on faſſe uſage d'un ſeul Oculaire ou de trois Oculaires égaux, comme la Diſtance, à laquelle l'Oculaire raſſemble les Rayons parallèles, à celle, qu'il y a entre l'Objectif, & l'Oculaire qui en eſt le plus près; car cette même raiſon regne entre les An- 3207.

gles, ſous leſquels nous voyons la même Ligne à l'Oeil nû, & par le Téleſcope; le premier de ces Angles étant oppoſé au Sommet à O V O, & le ſecond étant O *d* O, comme nous l'avons dit.

3208. *Tous les Points de l'Objet paroiſſent* auſſi *plus éclairez*; car les Rayons, qui, venant de quelque Point de l'Objet à chaque Point de l'Objectif, s'entrecoupent dans un Point de la Repréſentation, ſont, à cauſe du peu de diſtance qu'il y a entre l'Oculaire & cette Repréſentation, peu écartez l'un de l'autre en arrivant à l'Oeil, ſi bien que tous y entrent. Donc *le degré de clarté du même Objet, vû par un Téleſcope, eſt à celui de cet Objet, apperçu à l'Oeil nû, comme l'Ouverture de l'Objectif eſt à l'Ouverture de la Prunelle* *. * 3123.

3209. *On fait* auſſi *des Téleſcopes de deux Lentilles, qui font paroitre les Objets droits, éclairez & aggrandis.* Ces Téleſcopes ſont fort courts: leur Champ étant ſi petit, qu'on ne ſçauroit preſque en faire aucun uſage, dès que leur longueur excède celle d'un Pied.

3210. TAB. CIII. Fig. 5. Soit l'Objectif V; la Repréſentation renverſée d'un Objet éloigné ſe trouve en *e a* *; la Lentille concave O O intercepte les Rayons enſorte, que ceux qui partent du Centre de la Lentille V, ſont rompus comme s'ils partoient du Point *f* *; par cette même Refraction les Rayons, qui auroient concouru en *a*, deviennent divergens *, ayant leur Point de diſperſion en a; ce qui a lieu par rapport à tous les Points de la Repreſentation *e a*, à la place de laquelle il y en a une autre Imaginaire, & redreſſée en a e; c'eſt-à-dire, que les Rayons entrent dans l'Oeil, comme s'ils venoient de l'Objet placé en a e. * 3058. * 3021. * 3022.

Les Rayons, à tous égards, ſortent divergens de l'Oculaire; c'eſt pourquoi 3211. *il faut, autant qu'il ſe peut, approcher l'Oeil de la Lentille Oculaire.*

3212. Le Champ dans ce Téleſcope dépend de la Grandeur de la Prunelle; mais on doit auſſi faire attention à la Grandeur de l'Objectif; car il arrive ſouvent, que dans un petit Téleſcope, garni d'un grand Objectif, les Rayons, qui viennent d'un Point de l'Objet obliquement au Centre de la Lentille, n'arrivent point à la Prunelle, pendant que d'autres Rayons, partis du même Point, entrent dans l'Oeil,

après

après avoir traverſé la Lentille, vers ſa circonference.

Après avoir donné la Théorie générale des Microſcopes & des Téleſcopes, j'ajouterai quelques remarques ſur la perfection de ces Inſtrumens. Je m'attacherai aux Téleſcopes particulièrement; cependant la plupart des choſes, que j'en dirai, pourront s'appliquer auſſi aux Microſcopes. 3213.

L'Uſage de l'Objectif eſt de former de l'Objet, qu'on obſerve, la Repréſentation qu'on voit par l'Oculaire: plus cette Repréſentation eſt grande, plus on apperçoit diſtinctement les plus petites parties de l'Objet. Or la Grandeur de cette Repréſentation, auſſi long-tems qu'il eſt queſtion du même Objet, ſuit la proportion de la diſtance, à laquelle cette Repréſentation eſt de la Lentille *. Quand il s'agit d'un Objet éloigné, tel qu'eſt celui que nous conſidérons à preſent, les Rayons, partant d'un Point quelconque, peuvent être tenus pour parallèles, & la Repréſentation eſt reculée à *la diſtance, à laquelle l'Objectif réunit les Rayons parallèles*; cette diſtance *s'appelle la Longueur du Téleſcope.* 3214. * 3164. 3215.

Ainſi *la première Condition requiſe pour la perfection des Téleſcopes, eſt qu'ils ſoient longs*, en prenant garde néanmoins à ce que nous avons obſervé ci-deſſus au ſujet de cette Longueur *. 3216. * 3198.

La Repréſentation de l'Objet doit être augmentée autant qu'il ſe peut par le moyen de l'Oculaire, afin que l'Image dans l'Oeil en ſoit auſſi grande qu'il eſt poſſible; mais la Lumière, qui forme cette Repréſentation, entre toujours toute dans l'Oeil; donc *quand l'Image augmente*, puiſque la Lumière reſte la même, *cette Image eſt obſcurcie proportionellement à ſon augmentation*; car la même quantité de Lumière eſt plus diſperſée. 3217. 3218.

D'où il ſuit, que la Lumière, qui forme la Repréſentation, doit premièrement être augmentée autant qu'il ſe peut, & qu'il faut enſuite donner à l'Oculaire le degré de convexité requis, pour que l'Aggrandiſſement ſoit auſſi grand qu'il eſt poſſible, ſans nuire à la clarté. 3219.

La Lumière, qui tend vers chaque Point de la Repréſentation, paſſe par tous les Points de l'Ouverture de l'Objectif; & par conſéquent *la clarté de la Repréſentation eſt proportionelle à la Superficie de l'Ouverture*, dont il s'agit. 3220.

3221. Cette Ouverture doit pourtant être renfermée dans des bornes assez étroites ; & cela par deux raisons. Les Rayons, qui partent d'un Point, ne sont rassemblez que dans un seul Point, quand ils sont peu écartez les uns des autres; car s'ils s'écartoient davantage, la Représentation d'un Point seroit une Tâche, comme il paroit par ce qui a été dit dans une autre occasion *. * 2895.

On ne fait cependant pas attention à la dispersion des Rayons, produite par cette cause, parce que les Tâches, qui forment la Représentation, à moins qu'elles n'excèdent une certaine Grandeur, ne nuisent pas; car avant que, par l'augmentation de l'Ouverture de l'Objectif, elles atteignent cette Grandeur, la Représentation est déja tout-à-fait confuse par une autre cause; c'est pourquoi nous ne considérons que la seconde cause de dispersion des Rayons, qui partent d'un même Point.

3222. Tout Rayon est soumis à une Loi de Refraction, que nous expliquerons plus clairement dans la quatrième partie de ce Livre. En vertu de cette Loi, un Rayon, rompu par la Refraction, est divisé & dispersé de telle sorte, qu'il remplit le Plan d'un Angle, qui est proportionel au changement de direction du Rayon, du moins dans tous les cas, dont il est question à present.

3223. Quand on aggrandit l'Ouverture du Telescope, la dispersion des Rayons les plus éloignez augmente, & augmente facilement assez pour rendre la Représentation de l'Objet entièrement confuse; or il n'y a que l'Expérience, qui puisse nous apprendre jusqu'à quel Point il y a moyen d'augmenter les Tâches, sans nuire à la clarté de la Représentation.

3224. En supposant à present cela même déterminé par l'Expérience, revenons à la manière d'augmenter autant qu'il se peut la Lumière, qui forme la clarté de la Représentation *; pour cet effet, il ne s'agit pas de trouver un Oculaire, qui, l'Ouverture & la Longeur du Telescope étant données, aggrandisse l'Image dans le fond de l'Oeil, enforte que la clarté d'un Objet éloigné, vû par le Telescope, soit la même que celle du même Objet, vû à l'Oeil nû, & rapproché assez, pour que l'Image aît la même Grandeur que par le Telescope: car l'Expérience nous apprend, que la sixième partie de la Lumiè- * 3219.

mière, dont on auroit déterminé la quantité de cette façon, ſuffit pour faire paroitre l'Objet aſſez éclairé; de Nuit la Lumière pourroit être encore plus foible, à cauſe que les Fibres de la Rétine, ſont alors plus aiſées à ébranler; car elles ont la faculté de ſe diſpoſer comme il le faut pour cela dans l'obſcurité.

C'eſt de cette cauſe que vient la différence, que nous avons indiquée ci-deſſus, entre les Oculaires des Téleſcopes, dont on ſe ſert de Jour, & ceux dont on ſe ſert de Nuit *. Quand l'Oculaire eſt la moitié moins convexe, comme nous en avons indiqué un dans l'endroit, qui vient d'être cité, la clarté eſt réduite au quart. * 3200.

Ainſi, la longueur d'un Téleſcope étant donnée, on ne peut connoître tout ce qui eſt requis pour ſa Perfection, que par des Expériences, c'eſt-à-dire, par des Eſſais. Mais ces Eſſais ſuffiſent pour un ſeul Téleſcope. Car, la Longueur du Téleſcope, l'Ouverture, & la Diſtance à laquelle l'Oculaire raſſemble les Rayons parallèles, étant données, on détermine par le Calcul la Conſtruction d'un autre Téleſcope de Longueur quelconque, qui repréſente les Objets auſſi clairement & auſſi diſtinctement que le premier. 3225.

Pour être mieux compris nous avons parlé *, comme ſi les Eſſais, qui regardent la Grandeur des Tâches, dont il a été fait mention dans l'Article 3220, pouvoient ſe faire ſans avoir égard à l'Oculaire; cependant cela n'eſt pas: car la confuſion dépend de la Grandeur de l'Image de ces Tâches, & cette Image eſt différente, ſuivant la différente Figure de l'Oculaire. 3226. * 3223.

Ainſi les Eſſais doivent ſe faire de ſorte, qu'il y ait différens Oculaires pour les différentes Ouvertures. 3227.

Huigens a déterminé, pour les Obſervations qui ſe font de Nuit, l'Ouverture à trois Pouces de Diamètre, quand la Longueur du Téleſcope eſt de trente Pieds, & pour Oculaire, une Lentille, qui ait le Foyer de ſes Rayons parallèles à la diſtance de trois Pouces & trois dixièmes. Il faut remarquer cependant que les Objectifs, à moins que d'être parfaitement travaillez, ne doivent point avoir une ſi grande Ouverture, & que la plupart des Spectateurs ont beſoin de plus de Clarté, ce qui demande un Oculaire plus convexe; quoique Huigens 3228.

lui

lui même aît quelquefois employé des Lentilles moins convexes qu'il n'auroit dû, s'il avoit eu égard à la Règle suivante.

3229. Si l'on change la Longueur, *l'Ouverture doit être changée enſorte, que ſon Diamètre ſuive la raiſon ſous-doublée de la Longueur, & c'eſt en cette même raiſon qu'il faut changer la Diſtance du Foyer des Parallèles dans l'Oculaire.*

3230. Quand les Objets ſont plus clairs la Lumière, qui étoit vers les bords des Tâches, & qui n'affectoit pas les Fibres de la Rétine, agit alors ſur l'Oeil; ainſi pour éviter la confuſion il faut diminuer l'Ouverture du Téleſcope; cependant, ſi l'on rendoit cette Ouverture trop petite, les Objets ne paroitroient pas aſſez exactement terminez, ce qui a lieu même, quand il reſte trop de Lumière: Phénomène, dont la cauſe n'eſt pas encore aſſez bien connue. Dans ces ſortes d'occaſions il faut diminuer le trop de clarté en noirciſſant l'Oculaire à la Fumée.

SCHOLIE

Démonſtration de la Règle donnée dans l'Article 3229, *touchant la manière de déterminer les Ouvertures, & les Oculaires, des Téleſcopes.*

3231. LA Clarté, qu'a dans l'Oeil l'Image d'un Objet, vû par un Téleſcope, eſt
* 3220. comme l'Ouverture du Téleſcope *: elle ſuit auſſi la raiſon inverſe de la
* 3218. Superficie de cette Image *. Le Diamètre de cette Image eſt en raiſon directe du Diamètre de la Repréſentation, qui eſt comme la Longueur du Téleſcope *, & en raiſon inverſe de la Diſtance du Foyer de l'Oculaire *: &
* 3214. 3215. *3152. 3165. 3197. l'Image elle même ſuit la raiſon doublée de ſon Diamètre *. Une Raiſon compoſée de ces trois raiſons, dont les deux dernières ſont inverſes, eſt une Raiſon doublée directe du Diamètre de l'Ouverture, & de la Diſtance du
* 20. EL. VI. Foyer de l'Oculaire, & une Raiſon inverſe doublée de la Longueur du Téleſcope. Ainſi pour comparer enſemble les Clartez de différens Téleſcopes,
1. EL. XII. il faut multiplier, pour chacun d'eux, le Diamètre de l'Ouverture par la Diſtance du Foyer de l'Oculaire, & diviſer le Produit par la Longueur du Téleſcope, & les quotiens ſeront entr'eux en raiſon ſous-doublée de la Clarté.

Cela étant, ſi ſuivant la Règle, la Longueur du Téleſcope eſt comme

le

le Quarré du Diamètre de l'Ouverture, & que ce Diamètre ſoit comme la Diſtance du Foyer de l'Oculaire, le Produit de ces deux Quantitez ſera comme la Longueur en queſtion; de ſorte que le quotient marqué doit être le même, & la Clarté la même auſſi, pour tous les Téleſcopes.

Un Objet ſera vû d'une manière également diſtincte par divers Téleſcopes, ſi la Grandeur de la Tache, qui repreſente le Point viſible dans l'Oeil eſt la même *. 3232.

Soient les Rayons BA, BA, partant d'un même Point éloigné, & traverſant le bord de l'Ouverture de l'Objectif V; *le Diamètre ff de la Repréſentation de la Tache dans le Téleſcope* croit, comme la diſperſion de ces Rayons, c'eſt-à dire, comme l'Angle *fAf*, & comme la diſtance VF, qui eſt la Longueur du Téleſcope *. L'Angle *fAf ſuit la raiſon* de l'Angle AFV *, & ce dernier eſt à peu près en raiſon directe du demi-Diamètre de l'Ouverture VA, & en raiſon inverſe de la Diſtance VF. En joignant ces raiſons enſemble il paroitra, que *ff* eſt en raiſon directe de la Longueur VF, & du demi-Diamètre, ou *du Diamètre* entier *de l'Ouverture*, & enfin, en raiſon inverſe de la même Longueur VF: la première & la troiſième de ces raiſons s'entre détruiſent; ainſi il ne reſte que celle du milieu. * 3223. 3233. TAB. CIII. Fig. 6. * 3215. * 3222. * 15. El. V.

L'Image du Diamètre de la Tache dans l'Oeil, ſuit la raiſon directe du Diamètre de la Tache dans la Repréſentation *, c'eſt-à-dire, du Diamètre de l'Ouverture *, & la raiſon inverſe de la Diſtance du Foyer des Rayons parallèles de l'Oculaire *. 3234. * 3165. * 3233.

Donc, comme ſelon la Règle de l'Article 3229. ces raiſons s'entre détruiſent, l'Image de la Tache ne change pas, & un Point, vû par tout Téleſcope, conſtruit ſuivant cette Règle, eſt également diſtinct. * 3152. 3197. 3165.

LIVRE V.

Partie III. De la Reflexion de la Lumière.

CHAPITRE XIII.

De la Reflexion de la Lumière, & de la Loi de cette Reflexion.

NOus avons vû que la Lumière étoit renvoyée par les Corps opaques, & cela dans chaque Point vers tous les cotez *. La cauſe de ce Phénomène eſt l'inégalité des Surfa- 3235. * 3057.

faces, qui ſont compoſées d'un très grand nombre de Plans fort petits, qui, dans tous les Points ſenſibles, ſont tournez de tous cotez; ce qui eſt facile à comprendre, ſi l'on ſe repréſente une Surface entièrement couverte de très petits Hémiſphères, ou de très petits Polyèdres. Nous inférons que les Surfaces des Corps doivent être telles, de la Reflexion
3236. que la Lumière éprouve ſur *une Surface polie*, c'eſt-à-dire, dont les inégalitez ſont ôtées; car une pareille Surface *ne refléchit la Lumière, dans chacun de ſes Points, que d'un coté*; ce qui n'eſt pas moins vrai des Surfaces courbes, que de celles, qui ſont planes. Nous voyons auſſi journellement, que la Lumière eſt refléchie en grande quantité de deſſus des Surfaces aſſez raboteuſes du coté, vers lequel elle ſeroit refléchie entièrement, ſi ces Surfaces étoient unies.

3237. Que le Rayon de Lumière AC tombe obliquement ſur une TAB. CIV. Fig. I. Surface plane; ſoit CO perpendiculaire à cette Surface, & que le Rayon ſoit refléchi par CB.

I. DEFINITION.

3238. *Le Rayon* CB *s'appelle Rayon refléchi.*

* 1162. L'Angle OCB eſt l'*Angle de Reflexion* *.

3239. *Le Rayon refléchi eſt avec le Rayon incident dans un même Plan, perpendiculaire au Plan, ſur lequel ſe fait la Reflexion.*

3240. Car *l'Action du Plan, par laquelle la Lumière eſt renvoyée, eſt dirigée perpendiculairement à ce Plan*, que nous ſuppoſons ſemblable à lui même dans tous ſes Points.

3241. *L'Angle de Reflexion eſt égal à l'Angle d'Incidence.*

I. EXPERIENCE.

3242. Il faut ſe ſervir dans un endroit obſcur du Miroir Plan S, TAB. CIV. Fig. 2. qui eſt ſoutenu ſur un Pied, fait de façon qu'on puiſſe donner * 2735. au Miroir la Situation qu'on veut *. On fait entrer par une Ouverture, pratiquée dans la Plaque de Cuivre L, qui eſt affermie dans le volet, un Rayon ſolaire, d'environ un quart de Pouce de Diamètre, & l'on diſpoſe le Miroir de ſorte, que le Rayon paſſe par un Trou cylindrique & oblique (dont le Diamètre eſt égal à celui du Rayon,) dans la Planchette T: ſi l'on tranſpoſe cette Planchette de l'autre coté, & à même diſtance du Point de Reflexion, le Rayon refléchi paſſera par le même Trou. La choſe a lieu quelle que ſoit l'inclinaiſon du

du Trou, comme on peut s'en convaincre en ſe ſervant de différentes Planchettes.

Cette même Expérience ſert auſſi de preuve à ce que nous avons avancé dans l'Article 3235. touchant les Superficies des Corps. 3243.

Si le Rayon refléchi devient Rayon incident, c'eſt-à-dire, ſi la Lumière arrive par la Ligne BC, elle s'en retournera par CA, ou ce qui revient au même, *le Rayon, qui étoit incident, deviendra Rayon refléchi*; comme il paroit par l'égalité des Angles BCO, OCA. 3244. TAB. CIV. Fig. 1.

Nous inférons outre cela de l'égalité des Angles d'Incidence & de Reflexion, que *la Lumière s'éloigne du Corps, qui l'a refléchie, avec la même Force qu'elle avoit en s'en approchant.* En reſolvant le Mouvement par AC, dont la Viteſſe eſt repreſentée par cette Ligne même, en deux Mouvemens par AO & par OC *, & en ſuppoſant AO parallèle au Plan, ſur lequel ſe fait la Reflexion, & OC perpendiculaire à ce même Plan; ſoit prolongée AO. Le Mouvement ſuivant cette Direction n'eſt point changé par l'Action du Plan: ſoient donc AO & OB égales; ſi la Lumière revient du Plan avec la même Force qu'elle a eue en y arrivant, le Mouvement qui lui viendra de la Repulſion, ſera repréſenté par CO, & en ce cas le Rayon refléchi paſſera par B *; c'eſt-à-dire, que l'Angle OCB ſera égal à l'Angle OCA, ce qui s'accorde avec l'Expérience. 3245. * 1155. * 360.

Nous obſervons au ſujet de la Reflexion de la Lumière, que *la Lumière ne frappe pas les parties ſolides des Corps, lorſqu'elle en eſt refléchie, mais* qu'elle *eſt renvoyée des endroits mêmes, où elle pourroit paſſer le plus librement.* C'eſt ce que nous démontrerons par pluſieurs Expériences, qui découvriront d'autres Propriétez admirables de la Reflexion, dont il s'agit. 3246.

C'eſt une choſe connue de tout le Monde, que *la Lumière*, en traverſant un Milieu quelconque, par Exemple du Verre, de l'Eau, de l'Air, n'y ſouffre point de Reflexion ſenſible, ni régulière, mais qu'elle *eſt refléchie dans l'endroit, où deux Milieux, qui ont différentes Forces refringentes, ſe ſéparent*; c'eſt ainſi que la Reflexion ſe fait ſur la Surface de l'Eau ou du Verre. 3247.

Une ſi grande quantité de Lumière pourroit elle venir donner contre les Particules des Milieux, dans l'endroit où ils ſe ſéparent, ſans que la choſe fut arrivée, en traverſant ces Milieux mêmes dans toute leur épaiſſeur? Ou bien de pareilles Particules, qui refléchiſſent les Rayons, ſeroient elles en plus grand nombre vers la Surface d'un Milieu, que dans quelque autre endroit?

3248. *La Lumière eſt* auſſi *refléchie en plus grande quantité, dans un Milieu plus refringent, en approchant de la Surface d'un Milieu moins refringent, qu'elle ne le ſeroit dans un Milieu moins refringent, par la Surface d'un Milieu plus refringent.*

2. EXPERIENCE.

3249. TAB. CIV. Fig. 3. Je me ſers du Priſme triangulaire de Verre A B, dont les baſes ſont armées de Plaques de cuivre, garnies d'Aiſſieux, pour que le Priſme puiſſe tourner ſur ſon Axe.

3250. TAB. CIV. Fig. 4. Je place ces Aiſſieux dans des entailles, pratiquées dans les bords des plus petits cotez de la Boëte E F. La Lumière entre dans un Lieu obſcur par le Trou de la Plaque L, & pénètre dans le Priſme. Si, en arrivant dans le Priſme au coté le plus voiſin, elle fait un Angle d'Incidence, qui vaille plus de 40. degrez, elle ſera entièrement refléchie, & il n'en paſſera rien dans l'Air; or il n'arrive jamais que la Lumière en traverſant l'Air ſoit entièrement refléchie par du Verre.

3251. Si la Reflexion venoit de ce que la Lumière donnoit contre les parties ſolides des Corps, il faudroit qu'il y eut un plus grand nombre de pareilles Parties dans l'Air que dans le Verre; car ſi c'étoit du Verre même que la Lumière eſt refléchie dans le Priſme, elle ne parviendroit jamais à l'endroit, qui ſépare les deux Milieux: il paroitra outre cela par les Expériences ſuivantes, que la Lumière peut ſortir du Verre, quand elle eſt refléchie. Ainſi il faut que tout contre le Verre il y ait dans l'Air le nombre de parties requis pour arrêter la Lumière au paſſage, & faire qu'elle ſoit refléchie dans le Verre: cependant il eſt clair qu'il n'y a point de telles Parties, puiſque la Lumière vient par l'Air ſuivant toutes les directions juſqu'au Verre, où elle entre. Outre cela, dans le même endroit de la Superficie, qui ſépare le Verre de l'Air, la Lumière venant d'un coté eſt refléchie, pendant que celle, qui

qui vient du coté oppoſé, eſt tranſmiſe. Ce qui prouve clairement que la Lumière eſt refléchie dans l'endroit où elle pourroit paſſer.

3. Experience.

En ſuppoſant les mêmes choſes que dans l'Expérience précedente, ſi l'on diminue l'obliquité de la Lumière, il en paſſera une partie dans l'Air. 3252. Tab. Civ. Fig. 4.

Qui peut concevoir que la Lumière, qui paſſe du Verre dans l'Air ſans rencontrer de Parties ſolides, que toute cette Lumière, dis-je, rencontre de telles Parties, dès qu'on augmente tant ſoit peu l'obliquité de la direction; quoique ces deux Milieux, comme nous l'avons dit, ſoient perméables ſuivant toutes les directions imaginables?

4. Experience.

Ayant diſpoſé le Priſme comme dans la dernière Expérience, il faut le tourner lentement, juſqu'à ce qu'il refléchiſſe toute la Lumière, comme dans la ſeconde Expérience*; alors l'Angle d'Incidence de la Lumière, qui tombe ſur la Surface inférieure du Priſme, ſe trouvera d'environ 40. Degrez. C'eſt dans cette Situation qu'il faut affermir le Priſme, par le moyen de l'Ecrou C. Si l'on verſe enſuite de l'Eau dans la Boëte, à l'inſtant que l'Eau touchera le Verre, une grande partie de la Lumière entrera dans l'Eau. 3253. Tab. Civ. Fig. 4.

L'Expérience réuſſit de même, quoique l'Angle d'Incidence ſoit de plus de 40. Degrez, pourvû qu'il n'en excéde pas 60. Mais cette Expérience eſt plus ſenſible, à meſure que l'Angle, entre ces Limites, eſt plus petit.

Cette même Expérience ne s'accorde auſſi nullement avec la Suppoſition, que la Lumière eſt refléchie par ce qu'elle vient frapper des Parties ſolides.

Nous verrons auſſi dans la Partie ſuivante de ce Livre, que des Lames, très minces, qui refléchiſſent la Lumière, la transmettent, dès qu'elles deviennent plus épaiſſes. 3254.

L'Expérience en queſtion prouve pareillement, que *la Force, qui cauſe la Reflexion, eſt plus grande à proportion de la Grandeur de la Refraction dans la Surface, où ſe fait la Reflexion*; car le Verre & l'Air diffèrent davantage en force refringente, que ne font le Verre & l'Eau. 3255.

Nous inférons encore de cette Expérience, que *la Reflexion* 3256.

xion eſt cauſée par la même Force, qui rompt les Rayons, & dont les Effets ſont différens dans différentes circonſtances.

3257. Un Rayon, qui paſſe d'un Milieu plus refringent, dans un autre moins refringent, s'écarte de la Perpendiculaire par
* 2788. l'Attraction du premier Milieu *, ſi l'obliquité du Rayon incident augmente, l'obliquité du Rayon rompu augmente auſſi, juſqu'à ce qu'enfin ce dernier ſe meuve dans la Superficie, qui ſépare les Milieux. Ce qui arrive, quand le Sinus de l'Angle d'Incidence eſt au Sinus total, comme le Sinus d'Incidence dans le premier Milieu eſt au Sinus de Refraction dans le ſecond; car en ce cas l'Angle de Refraction eſt droit. Si l'on augmente encore davantage l'Obliquité du Rayon incident, il eſt évident, que le Rayon ne ſçauroit plus pénétrer dans le Milieu moins refringent; & c'eſt là le cas, où toute la Lumière eſt refléchie: Reflexion, qui dépend de l'Attraction, qui rompt les Rayons.

TAB. CIV. Fig. 5. * 2806. Soit EF la Surface, qui ſépare le Milieu X, plus refringent, du Milieu Z, moins refringent; ſuppoſons l'Eſpace de l'Attraction * terminé par les Surfaces GH, IL; ſi un Rayon, comme AB, eſt aſſez courbé par l'Attraction du Milieu X, pour que, avant que d'avoir traverſé tout l'Eſpace de l'Attraction, la Tangente à la Courbe ſoit parallèle à la Surface, qui ſépare les Milieux, la Courbe étant continuée rebrouſſera chemin; ainſi le Rayon ſera refléchi ſuivant la Ligne CD, par un effet de l'Attraction du Milieu, dont l'Action ſur la Lumière ſurpaſſe l'Action déployée ſur elle du coté oppoſé. Cette continuation de la Courbe eſt ſemblable & égale à la première portion, & fait l'Angle de Reflexion égal à l'Angle d'Incidence; parce que la Lumière revient par une partie ſemblable de l'Eſpace de l'Attraction, & que les mêmes Forces attractrices agiſſent ſur la Lumière dans les Points correſpondans des portions de la Courbe. C'eſt ainſi qu'un Corps jetté décrit, en montant & en deſcendant, des Courbes ſemblables & égales. Puis donc que la Reflexion de la Lumière, dans le cas que nous venons de marquer, doit être manifeſtement attribuée à la même cauſe que la Refraction, qui pourra s'imaginer, qu'en diminuant l'inclinaiſon, enſorte qu'une Partie du Rayon ſoit tranſmiſe, il faille avoir recours à une
* 10. autre cauſe *?

Il eſt clair cependant que *toute Reflexion ne dépend pas de cette Attraction de la même manière*; car dans le cas où la Refraction a lieu, la Lumière eſt refléchie en partie, & ne pénètre pas même toute entière d'un Milieu moins refringent, dans un autre plus refringent. Car dans ce dernier cas même, où l'Attraction eſt la plus oppoſée à la Reflexion, quelques Rayons ſont refléchis: Effet, qui doit être attribué à la Repulſion, qui agit auſſi, dans les cas où l'Attraction a lieu, comme nous l'avons vû *. 3258. * 2726.

Il ſuit de tout ce que nous venons dire, que, *dans tous les cas, la Reflexion a rapport avec la Force refringente.* 3259.

C'eſt pourquoi *la Lumière n'eſt point refléchie dans l'endroit où elle paſſe ſans éprouver de Refraction* *; *& là où la Refraction eſt la plus grande, la Reflexion eſt la plus forte* auſſi *. En ſuppoſant la Lumière dans l'Air, la Surface du Verre la refléchira plus fortement que celle de l'Eau, & la Surface d'un Diamant plus fortement encore que celle du Verre. Si l'on mêt dans l'Eau un Morceau de Verre, & un Diamant, dans la Superficie qui ſépare ces Corps de l'Eau, la Force refringente eſt plus petite qu'elle ne ſeroit dans la Superficie qui ſépareroit ces Corps de l'Air; auſſi ces Corps refléchiſſent ils moins fortement la Lumière dans l'Eau que dans l'Air. Si la Lumière ſe meut dans le Verre, & rencontre la Surface de l'Air, elle ſera toute refléchie avec une direction moins oblique, que ſi elle rencontroit la Surface de l'Eau *. 3260. * 3247. * 3255. * 3252.

Nous concluons de ce qui a été dit juſqu'ici de la Reflexion, qu'elle n'a pas lieu dans la Superficie même des Corps; mais que *la Lumière eſt refléchie à une certaine diſtance des Corps*, de même que la Force refringente agit à une certaine diſtance des Corps: Propoſition, que nous pouvons auſſi déduire de la Reflexion de la Lumière ſur des Surfaces polies par art; car *les Corps, polis par art, refléchiſſent la Lumière régulièrement, quoique leurs Surfaces ayent un très grand nombre de rayes*; on polit ces Corps par le frottement de quelques poudres, qui, quelque petites que ſoient les Particules, qui les compoſent, laiſſent dans la Superficie des rayes, qui ſont très grandes relativement à la Lumière; ce qui devroit rendre irrégulière la Reflexion de la Lumière, ſi elle ſe faiſoit 3261. 3262.

ſoit ſur la Superficie ; mais ſi nous concevons que cette Reflexion ſe fait à une petite diſtance de la Superficie, les irrégularitez diminuent, & ceſſent preſque entièrement.

CHAPITRE XIV.

Des Miroirs Plans.

3263. TAB. CIV. Fig. 6. SOit *bc* la Surface d'un Miroir plan ; R le Point lumineux. *Si l'on continue le Plan du Miroir, & qu'après y avoir mené du Point lumineux* R, *la perpendiculaire* RC, *on prolonge cette Ligne juſqu'à ce que* C*r ſoit égale à* CR, *r ſera le Point de diſperſion des Rayons refléchis, qui ſont partis de* R.

3264. Soit R*b* le Rayon incident ; *bf* le Rayon refléchi ; que ce dernier ſoit prolongé au de là du Miroir ; à cauſe que les Angles d'Incidence & de Reflexion ſont égaux entr'eux *, leurs Complemens R*b*C, *fbd* ſont auſſi égaux ; à ce dernier eſt oppoſé au ſommet & égal l'Angle *r b* C *. Les Triangles R*b*C, *r b* C, qui ſont rectangles, ont le coté C *b* commun, & les Angles C*br*, C*b*R, égaux ; donc ils ſont égaux en tout, & C R eſt égale à C*r* * : démonſtration, qu'on peut appliquer à tous les autres Rayons, qui partent de R, dans quelque Plan, perpendiculaire au Plan du Miroir, qu'on veuille les concevoir. C'eſt pourquoi, en quelque endroit que ſoit le Spectateur, ſi les Rayons refléchis arrivent à ſon Oeil, ils y entreront, comme s'ils partoient du Point *r*, & c'eſt dans ce Point que ſera vû le Point R * ; *le lieu où ce Point paroit, eſt ſitué relativement au Miroir, mais par derrière, de la même manière que le Point lumineux l'eſt par devant.*

* 3241. *15.EL.I. *26.EL.I. * 3122. 3265.

En appliquant cette Règle à chaque Point de l'Objet, il paroitra, que *l'Objet doit être vû, derrière le Miroir, dans la même Situation où il eſt réellement devant le Miroir.*

3266.

3267. S'il y a pluſieurs Miroirs, & que la Lumière, refléchie par l'un, en rencontre un autre, pour trouver l'endroit, où l'Objet

jet paroit, il faut conſiderer l'Image dans le premier Miroir, comme ſi elle étoit l'Objet même relativement au ſecond, & ainſi des autres. Cette ſeule Règle ſuffit pour expliquer les Phénomènes de tous les Miroirs Plans, de quelque manière qu'ils ſoient combinez.

CHAPITRE XV.

Des Miroirs ſphériques-convexes.

TOute Superficie ſphérique peut être conſiderée, comme formée par un nombre infini de Superficies planes, infiniment petites *; & tout Plan, qui touche une Sphère dans un Point quelconque, n'eſt qu'une continuation d'un de ces Plans infiniment petits. 3268. * 2917.

Les Miroirs ſphériques ſont ou *concaves* ou *convexes*. 3269.

Les premiers ſont formez d'une portion de Sphère concave & polie.

Les ſeconds ſont des portions de Sphères polies en dehors.

Un Rayon, tombant ſur un Miroir quelconque ſphérique, ſe trouve, avant & après la reflexion, dans un Plan, qui, étant continué, paſſeroit par le Centre de la Sphère *, car un tel Plan eſt perpendiculaire à la Superficie de la Sphère. 3270. * 3239.

La Ligne, qui paſſe par le Centre de la Sphère & par le Point d'Incidence, étant prolongée, forme avec le Rayon incident & refléchi des Angles égaux *; car cette Ligne eſt perpendiculaire à la Superficie, & ces Angles ſont ceux d'Incidence & de Reflexion; d'où il ſuit qu'*un Rayon, qui paſſe par le Centre, ou qui y paſſeroit étant prolongé, retourne, après la reflexion par la même Ligne, qu'il avoit parcourue en venant.* 3271. * 3241. 3272.

Soit R le Point lumineux; G *a* G eſt le Miroir convexe; C le Centre de la Sphère; & G D une partie de la Section de la Sphère, continuée. Soient R *a*, R *b*, R *c*, R *d*, des 3273. TAB. CV. Fig. 1.

Rayons incidens, qui étant refléchis, ſeront *a* R, *b n*, *c m*,
* 3271. *d l* *.

3274. *Si du Point lumineux* R *on méne une Tangente au Miroir*, le Rayon refléchi eſt une continuation du Rayon incident, ou plutot, *la Reflexion des Rayons ſe termine au Point de contact*.

3275. *Si des Rayons, refléchis par un Miroir convexe*, comme *l d*, *m c*, *n b*, R *a*, *ſont prolongez en arrière* avec tous les autres, qui ſont entre deux, les Rayons voiſins concourent derrière la Surface du Miroir, & *ils y forment par leurs Interſections une Courbe* F G, que tous ces Rayons touchent; & les Rayons voiſins s'entrecoupent dans la Péripherie même de la Courbe de telle ſorte, qu'ils entrent toujours dans l'Oeil, comme s'ils venoient d'un Point de cette Péripherie, *dans laquelle* par conſequent *ſe trouve* toujours *la Repréſentation*
* 3122. *du Point* *, *auſſi long-tems* qu'ils peuvent entrer dans l'Oeil étant refléchis, & *que l'Oeil ſe meut dans un Plan, qui paſ-*
3276. *ſe par le Centre de la Sphère*. Que *ſi l'Oeil ſort de ce Plan, le Point lumineux eſt vû dans une autre Courbe*: parce que de ſemblables Courbes ſe trouvent dans tous les Plans, qu'on peut concevoir comme paſſant par la Ligne R C.

3277. Si l'Oeil eſt dans la Ligne *d l*, le Point de la Courbe *f*, d'où les Rayons ſemblent partir, eſt déterminé par la Proportion, que nous allons marquer. Soit le Rayon R *d* prolongé juſqu'en D, & le Point *e* marqué enſorte, que *d e* ſoit égale à la quatrième partie de la Corde *d* D; après quoi l'on aura, comme R *e* à R *d*, ainſi *d e* à *d f*, ce que nous démontrerons dans le Scholie ſuivant.

3278. Dans ce Scholie nous examinerons la choſe avec plus de préciſion, & nous y verrons, que tout ce qui a été dit du changement de place des Points viſibles dans les Courbes, dont nous venons de faire mention, comme auſſi ce que nous allons ajouter, a rapport à d'autres Courbes; mais comme la conſideration de ces dernières eſt difficile, & que notre Ame rapporte rarement au Point viſible le Point même de l'Ob-
* 3124. jet *, il ſuffira d'examiner les premières Courbes, dont les ſecondes dépendent, comme nous le verrons dans le même Scholie.

Si

Si les Rayons ſont directs, c'eſt-à-dire, qu'un d'eux ſoit R *a*, qui étant prolongé paſſe par le Centre C, R E & R F ſont dans la même Ligne *, & *a* F eſt moindre que *a* E, qui vaut le quart du Diamètre. 3279. * 3272.

Le Point F *coincide avec* E *quand* R *eſt à une diſtance infinie*; car alors R *a*, R E doivent être tenues pour égales. 3280.

Le Point F *eſt celui de tous les Points de la Courbe, qui eſt le plus éloigné de la Superficie du Miroir.* 3281.

En ſuppoſant à preſent des Points lumineux quelconques, toutes les Courbes de ces Points, ſe trouvent entières dans l'intérieur de la Sphère; & pour cette raiſon *tous les Objets paroiſſent derrière la Superficie du Miroir.* 3282.

Si le Point R ſe meut autour du Miroir, ce même Mouvement tranſporte toute la Courbe G F G; ainſi quand le Point lumineux monte, la Repréſentation de ce Point monte auſſi, & reciproquement; & *les Objets paroiſſent droits.* 3283. 3284.

Quelque grand que ſoit l'Eſpace occupé par les Objets, les Apparences de tous les Points ſont renfermées dans un Eſpace aſſez petit *. D'où il ſuit que *les Objets paroiſſent diminuez.* * 3280. 3285.

Si l'Oeil ſe meut, l'Apparence de l'Objet ſe meut auſſi, & la Figure de l'Objet eſt auſſi changée: car chaque Point viſible ſe meut dans ſa Courbe, & cela inégalement, ſuivant la différente ſituation de l'Oeil relativement à chaque Courbe; ce qui emporte néceſſairement un changement dans la Figure. 3286.

Experience.

Si quelqu'un A ſe regarde dans un Miroir ſphérique-convexe il verra ſon Viſage en *a*, droit, plus petit, & fort différent de ce qu'il eſt réellement; & en changeant ſon Oeil de place, il vérifiera, à l'égard des Objets fixes, les autres changemens dont nous avons parlé. 3287. TAB. CV. Fig. 2.

SCHOLIE.

Démonſtration de la Règle, donnée dans l'Article 3277. *pour déterminer l'Apparence d'un Point.*

3288. SOient les Rayons incidens RA, R*a*, que nous concevons prolongez juſ-
TAB. CV. Fig. 3. qu'en D, *d*; AD=4AE. Soient de plus les Rayons reſléchis AI, *ai*, qui, continuez en arrière juſqu'aux Points B, *b*, s'entrecoupent en F. En ſuppoſant l'Angle AR*a* infiniment petit, on demande le Point F.

* 36. EL. III. RA, R*a*::R*d*, RD*
Donc les Triangles RA*a*, RD*d*, ſont ſemblables *; &
16. EL. VI. *6. EL. VI. D*d*, A*a*::RD, R*a*, ou RA.
Car ces deux Lignes doivent être tenues pour égales, à cauſe de la petiteſſe de l'Angle DR*d*.

3289. Comp. D*d*+A*a*, A*a*::RD+RA, RA.
*35. EL. III. 16. EL. VI. Pareillement FA, F*a*::F*b*, FB*.
*15. EL. I. 6. EL. VI. Les Triangles FA*a*, FB*b* ſont ſemblables *; &
B*b*, A*a*::FB, F*a*, ou FA.
3290. Divid. B*b*—A*a*, A*a*::FB—FA, FA.

3291. A cauſe des Angles de Reflexion égaux aux Angles d'Incidence*, DAC eſt égal à BAC, comme auſſi *da*C à *ba*C*; d'où il ſuit que les Cordes AD, & AB, ſont égales, de même que *ad* & *ab*; donc AD—*ad*=AB—*ab*; c'eſt-à-dire, A*a*+D*d*=B*b*—A*a*. Ainſi les premières raiſons des Proportions, que nous avons eues ci-deſſus *, ſont égales.

* 3271. *15. EL. I. * 3289. 3290. Donc RD+RA, RA::FB—FA, FA.
Comp. RD+2RA, RA::FB, FA.
Comp. & Alt. RD+3RA, AB::RA, FA.
Mais RD+3RA=4RA+4AE=4RE, &AB=AD=4AE;
Ainſi 4RE, 4AE::RE, AE::RA, FA.
Conformément à la Règle, donnée dans l'Article 3277.

3292. Si l'on conçoit les Lignes RA, R*a*, faiſant une revolution autour de RC, les Angles ARC, *a*RC, reſtant les mêmes, le Point F décrira un Cercle. Il eſt évident que les ſeuls Rayons, qui ſe trouvent dans le Plan de la Figure, concourent en F; cela étant, ſi les Rayons, qui partent du Point R, forment un Cone ou une Pyramide, les Rayons, quelque peu diſperſez qu'ils ſoient, ne ſe réuniront pas en un Point, mais formeront par leurs Interſections une petite Portion du Cercle indiqué, ſçavoir une petite Ligne, perpendiculaire en F au Plan de la Figure. Ces mêmes Rayons traverſent auſſi la petite Ligne L*l*, deſorte que ce que nous avons vû arri-
* 2901. 2987. ver aux Rayons rompus *, ſe trouve avoir lieu ici, dans les Interſections imaginaires des Rayons, prolongez en arrière. D'où il ſuit, qu'à la rigueur

le

le Point F n'eſt pas un Point viſible *; mais qu'il faut conſidérer comme tel une Tache quarrée, pareille à celle que nous avons indiquée ci-deſſus *. Le Lieu Q de cette Tache, en faiſant attention aux Rayons, qui entrent directement dans l'Oeil par la Prunelle, peut ſe déterminer, ſi dans la Ligne AL, dans laquelle le Point F eſt déja donné, le Point Q eſt déterminé deſorte, que la Ligne ſoit diviſée en Proportion harmonique; c'eſt-à-dire, que LA, LQ :: AF, FQ. En menant par A, à RC, la Parallèle AP; par P, déterminé à diſcretion, ſoit menée PF, qui coupe RC en S. Cela étant, ſi l'on coupe LS en deux parties égales au Point *s*, la Ligne P*s* déterminera le Point Q. * 3122. * 2903.

Tout ce que nous venons de dire ne ſert de rien pour l'explication des Phénomènes *. Ainſi il ſuffira d'avoir éclairci ce qui a rapport aux Courbes, qui paſſent par des Points comme F, ſans faire mention des ſecondes Courbes, qui traverſent des Points comme Q; tout ce que nous ſçavons, c'eſt que les Repréſentations changent, quand les Points comme F & Q changent, ce qui leur arrive toujours conjointement. C'eſt pourquoi, dans le Chapitre ſuivant, nous ne conſidèrerons que les ſeules premières Courbes. 3293. * 3124.

Quand des Rayons incidens, peu diſperſez, ſont directs, c'eſt-à-dire, quand parmi ces Rayons incidens ſe trouve celui, qui continué paſſeroit par C, les Points F, Q, & L coincident. 3294.

CHAPITRE XVI.

Des Miroirs ſphériques-concaves.

QUand il eſt queſtion d'un Objet, vû à l'aide des Rayons refléchis par un Miroir, il n'eſt pas néceſſaire de traiter ſéparément des Rayons directs & des Rayons obliques; parce que les Rayons directs nous repréſentent un très petit nombre de Points de l'Objet, pendant que tous les autres ſont repréſentez par des Rayons obliques. Voila pourquoi, dans le Chapitre précedent, je n'ai point traité ſéparément des Rayons directs; mais comme il s'agit dans ce Chapitre d'expliquer quelques autres Phénomènes, qui dépendent de ces Rayons, c'eſt ici le lieu d'en parler. 3295.

Soit BD *un Miroir concave*, portion d'une Sphère dont le Centre eſt C; *que des Rayons parallèles & directs rencontrent la Superficie de ce Miroir*, c'eſt-à-dire, que parmi ces Rayons il y en ait un comme CD, qui paſſe par le Cen- 3296. TAB. CV. Fig. 4.

tre; ce Rayon refléchi retourne par la même Ligne qu'il
* 3272. avoit parcourue en venant *, & *les Rayons voiſins, refléchis, deviennent convergens, & concourent* avec lui dans le Foyer F, Point, où la Ligne C D ſe trouve coupée en deux parties égales.

3297. Soit A B un Rayon peu éloigné de C D. Si l'on méne le demi-Diamètre C B; l'Angle d'Incidence ſera A B C, auquel
* 3271. eſt égal l'Angle de Reflexion C B F *, comme auſſi l'Angle
*29. EL. I. alterne B C F *; donc le Triangle B F C eſt Iſoſcèle, & les
*6. EL. I. cotez F C & F B ſont égaux *. A cauſe de l'extrême petiteſſe de l'Arc B D, les Lignes F D & F B ne différent pas ſenſiblement; par conſéquent F C & F D peuvent être conſiderées comme égales: Démonſtration, qui convient à tous les Rayons peu éloignez de C D.

3298. Si les Rayons parallèles ſont plus éloignez de C D, ils ne concourent point en F, mais forment un petit Cercle, dont le Diamètre dépend de la grandeur du Miroir.

3299. Les Rayons, qui partent d'un Point quelconque du Soleil, TAB. CVI. Fig. 7. arrivent au Miroir parallèles entr'eux; &, s'ils ſont peu éloignez les uns des autres, ils concourent, après la Reflexion, dans un Point du Rayon, qui traverſe le Centre de la Sphère. Si D A & E B ſont des Rayons, partis des extrémitez du Diamètre du Soleil, ils ſe réuniſſent, étant refléchis en *a* & en *b*, avec tous les autres, qui partent des mêmes Points du Soleil, & qui ſont refléchis par le Miroir. Ces Rayons, reçus ſur un Plan, y traceront en *a* & en *b* les Repréſentations de ces Points, & par ce moyen l'on aura la Repréſentation du Soleil entier, & la Ligne *a b* en ſera le Diamètre.

Un grand nombre de Rayons ſolaires ſe trouvant raſſemblez alors dans un très petit Eſpace, nous aurons le même
* 3051. Effet que produiſent les Verres ardens *. Ainſi les Miroirs
3300. concaves ſont *des Miroirs ardens*, qui *brulent la plupart du tems les Corps avec plus de violence, que ne font les Verres ardens:* parce qu'il eſt facile de faire les premiers beaucoup plus grands que les autres.

3301. Quand le Diamètre du Miroir eſt petit, & ne paſſe point par exemple ſix degrez, la Repréſentation du Soleil eſt diſtincte, parce que tous les Rayons, refléchis par le Miroir, aident à la former; alors la petite Ligne *a b*, qui eſt le Diamè-

mètre du lieu, où ſe fait la combuſtion, n'égale pas la centième partie de la Diſtance A *a* ou B *b*, comme nous le verrons dans le premier des Scholies ſuivans.

Si le Miroir eſt plus grand, la Repréſentation devient imparfaite, & par cela même le Diamètre eſt aggrandi. Cependant par cet Aggrandiſſement l'Effet du Miroir augmente, parce que le nombre des Rayons, qui paſſent entre *a* & *b*, eſt augmenté. 3302.

Il ſeroit inutile néanmoins d'aggrandir le Miroir au point, que l'Arc L M, qui détermine le Diamètre du Miroir, fut de plus de vingt & cinq Degrez. Car ſi le Miroir étoit fait de façon, que la Ligne *a b* tombat ſur le Centre, aucun des Rayons, qui tomberoient ſur le Miroir au de là des Points M & L, ne pourroit parvenir à la Repréſentation *a b*, ni augmenter l'Effet du Miroir, ſi le Diamètre du Miroir excédoit vingt & cinq Degrez; comme nous le démontrerons dans le même Scholie. 3303.

I. Experience.

Soit le Miroir concave S, de Métal, ou d'une Glace eſtamée. Ce Miroir peut être incliné à diſcretion entre les Montans A B, A B, ajuſtez à la Traverſe A A, qui eſt ſoutenue par le Pied P, & mobile autour d'un Pivot, qui pénètre dans ce Pied. 3304. TAB. CV. Fig. 5.

On expoſe le Miroir aux Rayons ſolaires de façon, que le Rayon, qui rencontre le Point du milieu du Miroir, ſoit perpendiculaire à ſa Superficie; comme tous les autres Rayons lui ſont parallèles, ils ſont tous raſſemblez dans la Repréſentation du Soleil, à une Diſtance du Miroir, égale à la quatrième partie du Diamètre de la Sphère, & font en cet endroit un Foyer très ardent.

Si le Diamètre de la Superficie du Miroir eſt, comme dans celui dont je me ſers, d'environ quinze Pouces, & que la diſtance du Foyer ſoit d'un Pied & demi, un morceau de Bois, placé dans ce Foyer, s'enflamme à l'inſtant, & de minces Lames de Plomb ſe fondent d'abord.

Si l'on diſpoſe verticalement deux ſemblables Miroirs de telle ſorte, que la Ligne, qui paſſe par les Centres des deux Miroirs, traverſe auſſi les Centres des Sphères, on pourra étendre l'Action d'un Charbon ardent à une aſſez grande diſtance. 3305.

Soit

Soit une distance de vingt Pieds, entre les Miroirs; & qu'après avoir mis un Charbon ardent au Foyer des Parallèles d'un des Miroirs, dans la Ligne que nous venons d'indiquer, on mette de la Poudre à Canon au Foyer de l'autre Miroir, dans la même Ligne: si, par le moyen d'un soufflet, on augmente l'ardeur du Charbon, la Poudre prendra feu, à cause que la seconde Reflexion rassemble les Rayons, qui sont
3306. parallèles après la première. Car, *lorsque le Foyer, où un Miroir concave rassemble les Rayons parallèles, devient un Point lumineux, les Rayons, peu dispersez, sont refléchis*
* 3296. 3244. *parallèles entr'eux* *.

3307. *Ce qui a été dit des Rayons parallèles, peu dispersez, &*
TAB. CV. Fig. 6. *directs* *, *peut s'appliquer aussi aux Rayons obliques.* Soient
* 3296. de pareils Rayons D A, *d a*; ces Rayons refléchis s'entre coupent en F de façon, que A F vaut le quart de la Corde A B; ce qu'on peut inférer d'une Proposition, que nous in-
* 3315. diquerons bientôt *, & dont nous donnerons la démonstration dans le Scholie suivant.

3308. Ce que nous venons de dire fournit une Manière de représenter des Objets dans un Lieu obscur, pareille à celle que
* 3058. nous avons décrite ci-dessus *, en nous servant d'une Lentille convexe.

TAB. CVI. Fig. 1. Soit F un Trou, pratiqué dans une Paroi, soit de plus le Miroir concave a b, disposé de sorte, que les Rayons, qui passent par F, & qui sont perpendiculaires à la Paroi, soient directs, & s'ils sont parallèles, soient réunis, après la Reflexion, dans le Centre du Trou: les Rayons, qui, renvoyez par les Objets, s'entre-coupent dans ce Centre, sont refléchis perpen-
* 3306. diculairement à la Paroi *.

Soient A F des Rayons, qui partent d'un Point de quelque Objet éloigné, & qu'on peut considerer comme parallèles, à cause de leur distance. Celui de ces Rayons, qui traverse le Centre du Trou, est refléchi par le Miroir perpendiculaire-
* 3306. ment à la Paroi *, & les autres Rayons, qui partent du même Point, sont rassemblez avec lui en *a*, où se trouve la Re-
* 3307. présentation de ce Point *. De même, les Rayons, venant d'un autre Point par B F, se réunissent en *b*: ce qui ayant lieu à l'égard de tous les Points de l'Objet, chacun de ces Points doit avoir son Foyer; & tous ces Foyers tombent autant qu'on

qu'on en peut juger par les Sens, ſur la Superficie de la Paroi *, & y forment la Repréſentation de l'Objet. * 3307.

2. Experience.

On applique un Papier blanc A ſur un des Volets d'une Chambre obſcure. Ce Papier a un Trou F, dont le Diamètre excède tant ſoit peu un demi-Pouce, & qui répond à un Trou de même grandeur dans le Volet. Les Objets, éclairez par le Soleil, doivent être à une diſtance au moins de cinquante Pieds de la Fenètre. Le Miroir concave S, de quinze Pouces de Diamètre, & qui raſſemble les Rayons parallèles à la diſtance de dix-huit Pouces, doit être placé à cette diſtance de la Fenètre de telle ſorte, que la Ligne, qui traverſe le Centre du Trou & celui de la Superficie du Miroir, ſoit perpendiculaire au Plan du Papier & à la Superficie du Miroir. Les Objets ſont repréſentez alors ſur le Papier dans un Cercle concentrique au Trou, & dont le Diamètre ne diffère guères de celui du Miroir. On adapte au Trou, hors de la Chambre, un Tube fait en Cone tronqué, pour exclurre toute autre Lumière que celle, qui part des Objets, qui doivent être repréſentez *. 3309. TAB. CVI. Fig. 2. * 3060.

On peut démontrer quelque choſe de ſemblable, touchant des Objets peu éloignez. Soit R un Point lumineux, R C a un Rayon, qui rencontre directement le Miroir concave L M, portion d'une Sphère dont le Centre eſt C; ce Rayon eſt refléchi par a C, & les Rayons voiſins, qui partent de R, comme R b, concourent avec a C en f: Point, qu'on trouve, comme nous le démontrons dans le ſecond Scholie de ce Chapitre, par la Proportion ſuivante: Si e eſt le Foyer des Rayons parallèles *, nous aurons, comme R e à R a ainſi a e à a f. Si f devient un Point lumineux, R ſera le Foyer, qu'on trouvera de la même manière, parce que de cette première Proportion on peut déduire celle-ci, f e à f a, comme a e à a R. S'il y a pluſieurs Points lumineux, chacun d'eux aura ſon Foyer, & par le moyen de tous ces Points un Objet pourra être repréſenté. 3310. TAB. CVII. Fig. 1. * 3297.

Soit C le Centre d'un Miroir concave M L. Soit de plus A B un Corps lumineux, placé entre le Miroir & le Centre, mais plus proche de ce dernier. Le Rayon A *d*, perpendiculaire au Miroir, eſt refléchi par *d* A C *a*, & a ſon Foyer en *a*. 3311. TAB. CVI. Fig. 3.

en *a*. Le même raiſonnement eſt applicable aux autres Points du Corps lumineux, dont la Repréſentation renverſée eſt en *a b*.

3. EXPERIENCE.

3312. TAB. CVI. Fig. 4. Après avoir mis le Miroir concave S dans une Situation verticale, il faut mettre la Flamme de la Chandelle entre le Centre de la Sphère & le Foyer F des Rayons parallèles; ſi les Rayons directs, qui viennent de la Flamme, refléchis par le Miroir, tombent directement ſur un Papier blanc P, ou ſur tout autre Plan de cette Couleur, placé au de là du Centre, à une diſtance convenable, on aura une Repréſentation renverſée de la Flamme.

La Diſtance, où le Plan doit être du Miroir, eſt plus petite à Proportion que celle qu'il y a entre la Flamme & le Miroir eſt plus grande *. * 3310.

3313. Si la Superficie du Miroir eſt petite la Repréſentation eſt plus exacte, c'eſt-à-dire, mieux terminée ; parce que les Rayons peu diſperſez ſe raſſemblent aſſez exactement. Mais ſi cette Superficie eſt grande, la Repréſentation de la Flamme eſt entourée d'une fauſſe Lumière, cauſée par des Rayons trop obliques.

Comme c'eſt principalement aux Rayons obliques qu'il faut attribuer les Apparences des Objets, il ſera néceſſaire, avant que d'aller plus loin, d'entrer dans quelque détail au ſujet de ces Rayons.

3314. TAB. CVI. Fig. 5. *Soit le Miroir concave a d*; ſon Centre C; *ſoit de plus le Point lumineux* R, *placé à l'égard du Miroir au de là du Centre* C; *les Rayons* incidens R *a*, R *b*, R *c*, R *d*, étant *refléchis* par *a* C, *b g*, *c h*, *d i*, *forment*, avec les Rayons intermédiaires, *par leurs interſections mutuelles*, *une Courbe* F *f l*, *dont tous ces Rayons ſont autant de Tangentes*; ainſi *le Point* R *ſe voit dans cette Courbe*, &, *l'Oeil changeant de place* dans le Plan de la Courbe, *la Repréſentation* du Point *paroitra changer de place* dans cette Courbe, comme nous l'avons dit en parlant des Miroirs convexes *. * 3275.

3315. On peut déterminer auſſi, comme nous l'avons fait au ſujet des Miroirs convexes, le lieu où ſe trouve le Point viſible. Si l'Oeil étoit dans la Ligne *d i*, ſuivant laquelle eſt refléchi le Rayon incident R *d*, qui coupe la Sphère continuée en D; en

en prenant dE égale à la quatrième partie de la Corde Dd, l'on aura RE à Rd, comme dE à df*. * 3277.

Or il y a une pareille Courbe dans tous les Plans, qu'on peut concevoir comme paſſant par CR; & toutes ces Courbes s'entre-coupent dans le Point F de la Ligne aCR. Donc *le plus grand nombre de Rayons refléchis concourt dans le Point* F, *qui s'appelle* pour cette raiſon *le Foyer des Rayons, partis du Point* R. 3316. Reciproquement R ſera le Foyer, ſi le Point lumineux eſt en F*; & ce ſont là les mêmes Points, dont nous avons parlé ci-deſſus *. * 3244. * 3310.

Nous n'avons repréſenté dans la Figure qu'une partie de la Courbe, d'un coté de la Ligne RC; une partie toute ſemblable doit être conçue de l'autre coté; ces deux parties ſe joignent dans le Foyer du Point lumineux.

Quand le Point lumineux s'éloigne, la Courbe s'approche du Miroir. 3317.

Au contraire, quand le Point lumineux s'approche, la Courbe s'éloigne du Miroir, & s'approche du Point lumineux. Soit le Point lumineux R, & DaD le Miroir, la Courbe ſera dfd; à meſure que le Point lumineux s'approchera davantage du Centre, les Branches de la Courbe ſe contracteront; & *ſi le Point lumineux ſe trouve dans le Centre* même, *tous les Rayons refléchis coincideront avec les Rayons incidens* *, & toute la Courbe ſera comme réunie dans ce Centre. TAB. CVII. Fig. 4. 3318. * 3272.

Si le Point lumineux s'approche encore davantage, *de ſorte qu'il ſe trouve entre le Centre & le Miroir, la Courbe* reculera auſſi davantage, & *ſe trouvera au de là du Centre*; ſi DAD eſt le Miroir, la Courbe ſera dFd, dans laquelle le Point F eſt le plus éloigné de tous: ce Point, dans lequel concourent toutes les Courbes, qu'on peut concevoir dans les différens Plans, eſt le Foyer du Point lumineux; ce Foyer ſe trouve à une diſtance infinie, *quand la Diſtance entre le Point lumineux & le Miroir eſt égale au quart du Diamètre de la Sphère* *. Alors *la Courbe s'étend à l'infini, & les deux Branches*, qui tendent vers le Foyer du Point lumineux, *ſe ſéparent*. 3319. 3320. TAB. CVII. Fig. 5. * 3297. 3306.

Si le Point lumineux approche plus encore, les Branches, comme dI, dI, *s'écarteront auſſi davantage l'une de l'autre*; parce que les Rayons refléchis, par la partie du Miroir bAb ſont divergens; c'eſt-à-dire que refléchis ils s'entre-coupent, 3321. TAB. CVII. Fig. 6.

pent, étant prolongez au de là du Miroir, *& formeront derrière le Miroir une nouvelle Courbe, composée auſſi de deux Branches f l, f l.* Ces Branches concourent dans la Ligne continuée C R, au Point *f*, & en s'éloignant du Miroir, elles s'étendent à l'infini.

3322. Il y a de chaque coté du Point lumineux, dans la Superficie du Miroir un Point comme *b*, qui ſépare les Rayons, qui forment la Courbe *f l*, d'avec ceux qui forment la Courbe *d* I; & le Rayon R *b*, refléchi ſuivant la direction *b g*, ne touche aucune des deux Courbes, ſi on le prolonge à l'infini des deux cotez, quoiqu'il s'approche continuellement de l'une & de l'autre.

3323. Ce Point *b* eſt facile à trouver. En achevant la Corde *b* B, * 3307. R *b* en ſera la quatrième partie *; or cette partie R *b* eſt moyenne proportionelle entre la partie R A, d'une autre Corde quelconque paſſant par R, & le tiers de R *a*, reſte de la même Corde *. * 35. El. III.

3324. Si l'on achevoit toute la Sphère, le Point lumineux ſeroit au de là du Centre à l'égard de la partie oppoſée de la Sphè- * 3314. re, & les Rayons refléchis formeroient la Courbe *d* F *d* *, dont les Branches *d* F, *d* F, joindroient les Branches ſéparées *d* I, *d* I.

Je parlerai plus au long de ces Courbes dans le 2^d^ Scholie, & j'y démontrerai ce que je ne fais qu'indiquer ici: mon deſſein n'étant à preſent que d'expliquer en peu de mots les Phénomènes, qui ont un rapport immédiat avec ce qui vient d'être dit.

3325. *Les Objets, placez au de là du Centre, ſont vûs entre le* TAB. CVI. Fig. 5. *Centre & le Miroir*, tous les Points paroiſſant dans une Courbe comme F *l* *. *Les Repréſentations des Objets ſont* auſſi 3326. *plus petites* que les Objets mêmes, *& renverſées*, étant ren- * 3314. fermées dans un eſpace moindre que celui qu'occupe l'Objet, & la Repréſentation du Point R montant lorſque ce Point deſcend; car la Courbe F *l* garde la même ſituation à l'égard de R C *a*, qui tourne autour du Point C comme Centre.

4. Experience.

3327. Pour que la Lumière extérieure ne rende pas la Repréſen- TAB. CVI. Fig. 6. tation des Objets moins vive, il faut placer le Miroir dans une Caiſſe. Soit un Miroir, dont la Superficie ait autour de huit

huit Pouces de Diamètre, & qui ſoit portion d'une Sphère d'un Pied & demi de Diamètre. La Caiſſe P, dans laquelle on place ce Miroir, doit avoir dans ſa partie antérieure une Ouverture d'environ cinq Pouces de Diamètre, & le Miroir doit être à trois ou quatre Pouces de cette Ouverture, qu'il faut avoir ſoin de ne pas tourner du coté de la Lumière. Cela étant, ſi quelqu'un, en A, ſe regarde dans le Miroir à la Diſtance d'environ deux Pieds, ſon viſage lui paroitra renverſé dans la Caiſſe, vers l'Ouverture; que s'il approche, il verra ſa tête ſortir de la Caiſſe.

La Repréſentation d'un Point, placé dans le Centre de la Sphère, coincide avec le Point lumineux, & en eſt comme abſorbée *. 3328.

* 3318.

Quand on place l'Oeil dans ce même Centre, on n'apperçoit aucun Objet: les ſeuls Rayons, qui partent de l'Oeil, y rentrant par la Reflexion *. 3329.

* 3272.

Si l'Objet ſe trouve entre le Centre & le Point, où les Rayons parallèles ſe raſſemblent, après avoir été refléchis, la Repréſentation de cet Objet paroit auſſi *hors du Miroir, & à une plus grande diſtance du Miroir que l'Objet même* *; *cette Repréſentation eſt renverſée*, ce qu'on peut prouver par un raiſonnement tout pareil à celui de l'Article 3326; & elle eſt auſſi *aggrandie*, à cauſe qu'elle ſe trouve à une plus grande diſtance du Centre que l'Objet même; car elle s'éloigne du Centre à l'infini, quand l'Objet a parcouru le quart du Diamètre de la Sphère *. 3330.

* 3319.

* 3320.

Si l'Objet n'eſt pas éloigné du Miroir de la quatrième partie du Diamètre de la Sphère, l'Objet paroitra devant ou derrière le Miroir ſuivant la différente Situation de l'Oeil. En plaçant l'Oeil de façon, qu'il reçoive les Rayons refléchis, qui forment la Courbe *l f l*, on verra la Repréſentation de l'Objet au de là du Miroir *, aggrandie: à cauſe que les Lignes Courbes comme *l f*, qui appartiennent à différens Points, ſont divergentes. 3331. TAB. CVII. Fig. 6.

* 3321.

Si les Rayons, qui forment la Branche *d* I, entrent dans l'Oeil, l'Objet paroit hors du Miroir: & *dans l'un & l'autre cas la Repréſentation eſt droite*; car ſoit que le Point A monte ou deſcende, les Courbes *l f*, *d* I, dans leſquelles il eſt repreſenté, éprouvent le même Mouvement. 3332.

Si l'Oeil ſe trouve dans le Point, où les Rayons refléchis, qui appartiennent aux différentes Branches de la Courbe, s'en-
3333. tre-coupent *il peut y avoir une double ou triple Repréſentation de l'Objet*, comme en O; mais c'eſt ce qui ne ſçauroit arriver, ſi le Miroir eſt fait d'une trop petite portion de Sphère.

Il eſt clair, que, dans tous les cas, les Points de Repréſentation ne ſont pas ſituez les uns à l'égard des autres, comme
3334. le ſont les Points de l'Objet; & par conſéquent, qu'*un Miroir concave ne repréſente jamais exactement un Objet:* cependant c'eſt ſur tout dans les Lignes comme *d* I, que les Points, qui forment la Repréſentation, ſont rangez irréguliè-rement.

3335. Il faut obſerver au ſujet de ces Lignes, auſſi bien qu'au ſujet des Branches *l f*, *l f*, que les Points viſibles ne ſe trouvent dans ces différentes Courbes qu'aux environs des Points *d*, *d*, & *f*, parce que les Rayons, qui appartiennent aux autres Portions de ces mêmes Courbes, & qui rempliſſent la Prunelle, ne peuvent qu'être partis de différens Points.

3336. On a encore des Miroirs cylindriques, tant convexes que concaves, & des Miroirs coniques convexes; à un égard ces Miroirs ſont plans, & à un autre égard ſphériques.

C'eſt ce qui rend la Repréſentation des Objets fort irrégulière: irrégularité qui, par cela même qu'elle dépend d'une Figure régulière, peut être déterminée de façon qu'on trace des Figures, qui, quoique irrégulières en elles mêmes, paroiſſent cependant régulières dans un pareil Miroir, pourvû que l'Oeil ſoit dans une ſituation déterminée.

SCHO-

SCHOLIE I.

De la manière de déterminer le Diamètre d'un Miroir Ardent.

EN ſuppoſant ce qui a été expliqué dans l'Article 3299, l'Angle DCE, ou ſon égal BCA, détermine la grandeur apparente du Diamètre du Soleil, & vaut environ 32'. Le Diamètre *ba* de la Repréſentation du Soleil vaut la moitié de la Corde de l'Arc BA*, c'eſt-à-dire, eſt égal au Sinus d'un Arc de 16', qui en faiſant le Rayon AC=100000, vaut 465. & eſt à *Aa*=50000, comme 1 à 108, ce qui ſert de preuve à ce que nous avons avancé dans l'Article 3301. 3337. TAB. CVI. Fig. 7. * 3297.

Les Rayons, parallèles au Rayon CA, s'ils en ſont peu éloignez, étant refléchis, paſſent par *a*; s'ils en ſont éloignez davantage, ils concourent avec CA entre A & *a*, comme on peut l'inférer de ce qui a été démontré *. Pour ce qui eſt des Rayons, qui rencontrent le Miroir entre A & M, s'ils paſſent par la petite Ligne *ab*, ils augmentent l'Effet du Miroir; mais ſi l'Arc AM vaut douze Degrez, le Rayon GM, refléchi par MH, paſſe au de là de *b* en *i*, & ne ſçauroit contribuer à la combuſtion entre *a* & *b*, comme il paroitra par le Calcul. 3338. * 3297.

Soit MN Sinus d'un Angle de douze Degrez 20791; NC Co-ſinus du même Angle 97815. 3339.

Le Triangle MHC eſt Iſoſcéle *; ainſi HI, perpendiculaire à MC, partage cette Ligne en deux parties égales au Point I; & HC eſt la moitié de la Sécante d'un Angle de douze Degrez, quand le Rayon du Cercle eſt MC ou CA; donc HC=51117; NC—HC=NH=46698; HC—*a*C=H*a*=1117. L'Angle *i a* H vaut un droit à ſeize Minutes près; nous conſidérerons cet Angle comme s'il étoit droit, l'erreur qui reſulte de cette ſuppoſition n'étant pas ſenſible; alors les Triangles HMN, H*ia*, ſont ſemblables, & NH (46698) eſt à NM (20791), comme H*a* (1117) à *ai* (497); or nous avons vû que *ab* ne vaut que 465. Mais quand le Soleil eſt dans ſa plus grande proximité de la Terre, *ab* croit & vaut 480; de ſorte qu'il ne tombe que très peu de Rayons hors de la véritable Repréſentation du Soleil; car ſi AM valoit douze Degrez à huit Minutes près, *ai* vaudroit 480. Voilà pourquoi nous avons donné à tout l'Arc LM, c'eſt-à-dire, au Diamètre du Miroir 25 Degrez *, pour qu'aucun des Rayons, propres à augmenter l'Effet du Miroir, ne put jamais manquer. * 3297. * 3303.

SCHO-

SCHOLIE II.

Des Cauſtiques par Reflexion.

3340. ON appelle Cauſtiques les Lignes Courbes, dont il a été parlé dans les Articles 3314 & ſuivans; nous avons expliqué la manière de
* 3315. trouver les Points de ces Lignes *, & nous avons vû, que la Méthode déterminer ces Points n'étoit pas différente de celle, que nous avions
* 3277. indiquée pour les Miroirs convexes *, & dont la Démonſtration a été
* 3288. donnée dans le Scholie du Chapitre précedent *.

TAB. CVII. Fig. 1. Nous avons ici, comme dans le Scholie cité, la Proportion ſuivante, fondée ſur la même Démonſtration.

$$RD+3RA, AB::RA, FA.$$

Mais $RD+3RA=4RD+3DA=4RD+4DE=4RE$;

Car nous ſuppoſons $AE=\frac{1}{4}AD$.

Donc $4RE, 4AE::RE, AE::RA, FA$. Ce qu'il falloit démontrer.

3341. La Démonſtration eſt à peu près la même, quand le Point R ſe trouve dans le Cercle.

TAB. CVII. Fig. 2. Alors $Aa-Dd=Bb-Aa$;

* 3289. Il eſt facile de changer la Proportion $Dd+Aa, Aa::RD+RA, RA$ *.
en celle ci $Aa-Dd, Aa::RA-RD, RA$.
$Bb-Aa, Aa::FB-FA, FA$ *.

* 3290. Nous avons auſſi
Donc $RA-RD, RA::FB-FA, FA$.

Comp. & puis encore *Comp.* & *Altern.* $3RA-RD, AB=AD::RA, FA$;

Mais $3RA-RD=3RA+3RD-4RD=3AD-4RD=4DE-4RD=4RE$.

* 3340. Donc $4RE, 4AE::RE, AE::RA, AF$, comme ci-deſſus *.

3342. Il ſuit de cette détermination du Point F, que ce Point ſe trouve au milieu de la Corde AB, quand le Point lumineux eſt au milieu de la Corde AD; car en ce cas $RE=AE$; & par cela même $RA=AF$.

3343. Quand le Point lumineux avance le Foyer recule, & reciproquement.

3344. Quand le Point lumineux eſt en E, AE ſurpaſſe infiniment RE, qui devient nulle alors; par conſéquent AF ſurpaſſe auſſi infiniment RA, c'eſt-à-dire, que les Rayons refléchis ſont parallèles, comme nous l'avons
* 3320. indiqué *.

3345. Si les Rayons incidens ſont parallèles, tels que ceux dont nous avons parlé dans l'Article 3307. ces Lignes infinies RA, RE, devront être tenues pour égales, & AF ſera égale à AE; ce qui eſt auſſi une ſuite
* 3224. de la Loi générale de la Reflexion *.

3346. Si le Point lumineux R eſt entre E & A, le premier terme de la Proportion, ſçavoir RE, eſt negatif; par conſéquent le dernier terme AF eſt negatif auſſi; c'eſt-à-dire, que les Rayons ſont rendus divergens par la Reflexion, comme nous l'avons dit dans l'Article 3321.

Dans

Dans ces quatre Figures nous repréſentons les Courbes formées par des Rayons refléchis de toute la circonférence du Cercle. Quand le Point lumineux R eſt dans la Sphère, il y a quatre Points d'Inflexion, F, *f*, dans le Rayon direct, & *d*, *d*, dans les Rayons refléchis, qui, lorſqu'ils étoient incidens, étoient perpendiculaires au Rayon direct. 3347. TAB. CVII. Fig. 3. 4. 5. 6.

Mais ſi le Point lumineux ſe trouve hors de la Sphère, la Reflexion ne peut avoir lieu qu'en partie hors de la Sphère en G*a*G, & en partie dans la Sphère en GAG, la partie G*a*G étant ôtée; auquel cas il n'y a que deux Points d'inflexion. 3348. Fig. 3.

CHAPITRE XVII.

Des Téleſcopes Catoptriques.

NOus avons vû que les Téleſcopes, dans la conſtruction deſquels on employoit des Verres, avoient deux défauts *; & nous n'avons conſideré juſqu'ici que le ſeul défaut qui nait de la Refraction. 3349. * 3221.

Quand, au lieu de Verres, on employe des Miroirs, il ne peut y avoir de défaut, que celui qui eſt une ſuite de la Figure (car il n'eſt queſtion, ni de la matiére, ni de l'habileté de l'Ouvrier); & comme ce défaut eſt très petit, les Téleſcopes, dont nous allons donner la deſcription, ſont bien plus parfaits que les autres.

Soit le Miroir concave A A; le Centre de la Sphère C, & celui du Miroir Q. Le Rayon C Q, parti de quelque Point d'un Objet fort éloigné, étant refléchi parcourt la même Ligne, qu'il avoit ſuivie en arrivant au Miroir, & concourt au Point F, à une égale diſtance de C & de Q *, avec les Rayons refléchis ſur le Miroir, qui partent du même Point que lui, & qu'on peut conſidérer comme lui étant parallèles. 3350. TAB. CVIII. Fig. 1. * 3297.

De même, ſi C *q* eſt un Rayon parti d'un autre Point éloigné, & qui paſſe par le Centre C, il ſe réunira avec les Rayons refléchis, qui lui ſont voiſins & en quelque ſorte parallèles, au Point E, qui coupe en deux parties égales la Ligne C *q*; & ainſi des autres Points éloignez, d'où il peut partir des Rayons qui tombent ſur le Miroir. Par là ſe forme la Repréſen-

tation de l'Objet éloigné, & cela par des Rayons directs: Image parfaite, pourvû que le Miroir ne ſoit pas trop grand, ou plutôt pourvû que l'ouverture du Miroir ne ſoit pas trop grande *. Cette Repréſentation eſt différente de celle, dont il a été parlé ci-deſſus *, & qui, quoique formée par des Rayons obliques, ne laiſſe pas d'être aſſez diſtincte, à cauſe que les Rayons raſſemblez ſont très peu écartez les uns des autres; une pareille Repréſentation cependant ne ſeroit d'aucun uſage pour un Téleſcope.

* 3298.
* 3309.

3351. On diſpoſe le petit Miroir plan B B dans l'Axe C Q de façon, qu'il faſſe avec lui un Angle de quarante-cinq Degrez. Ce Miroir, quoique petit, intercepte néanmoins pluſieurs Rayons; mais cela ne fait que rendre la Repréſentation un peu moins vive; car il n'y a qu'une très petite partie des Rayons, qui tombent d'un Point quelconque ſur tous les Points du grand Miroir, qui ſoit interceptée; tous les autres ſe réuniſſent après avoir été refléchis, & forment, ou plutôt, formeroient la Repréſentation du Point, ſi, après la reflexion, ils n'étoient pas tous interceptez par le petit Miroir.

3352. Ainſi interceptez, ils ſont refléchis enſorte, qu'ils ſont diſpoſez devant le petit Miroir à tous égards de même qu'ils le ſeroient derriére lui, s'ils n'en avoient pas été interceptez, comme il paroit par la démonſtration de l'Article 3264: ainſi la Repréſentation eſt tranſportée en *fe*. Cela étant, ſi l'on regarde cette Repréſentation à travers l'Oculaire O O * l'Objet paroitra extrêmement aggrandi. Nous avons marqué ci-deſſus, en quel endroit l'Oeil devoit être placé *.

* 3195.
* 3189. 3197.

3353. L'Ouverture d'un pareil Téleſcope eſt fort grande, en comparaiſon de celle du Téleſcope dioptrique *; c'eſt ce qui donne moyen d'augmenter l'Image dans le fond de l'Oeil à l'aide d'un Oculaire aigu, en conſervant pourtant autant de clarté, qu'il en faut *. En ce cas la Viſion eſt auſſi diſtincte, à cauſe que l'Ouverture, quoique aggrandie, ne l'eſt qu'autant que la Clarté de l'Image peut le permettre, & pas davantage.

* 3221.
* 3220.

3354. *La Grandeur apparente d'un Objet, vû par ce Téleſcope, eſt à la Grandeur apparente du même Objet apperçu à l'Oeil nû, comme* l'Angle O D *d* à l'Angle F C E; car par cela même que ces Angles ont les baſes *d* O & F E égales (cette dernière étant égale à *fe*, qui ne diffère pas ſenſiblement de *d* O) & ſont très

très petits *, ils ſont entr'eux comme F C ou Q F à D *d*; c'eſt-à-dire, comme la Diſtance, à laquelle le Miroir raſſemble les Rayons parallèles, qui eſt *la Longeur du Téleſcope* *, *à la Diſtance, à laquelle les Rayons parallèles ſont raſſemblez par l'Oculaire.* Nous avons vû ci-deſſus quelle Proportion avoit lieu entre les Grandeurs, dont il s'agit, dans d'autres Téleſcopes *. * 3158. * 3215. * 3207.

Ce que nous avons dit de la Perfection des Téleſcopes faits de Verres *, peut s'appliquer à ceux dont il eſt ici queſtion; un Miroir étant donné, il faut découvrir par Expérience ce qui lui convient le mieux; c'eſt-à-dire, qu'il faut chercher, par différens eſſais, la grandeur de l'Ouverture, en appliquant chaque fois un autre Oculaire *; afin de déterminer par ce moyen, tant l'Ouverture, pour un Téleſcope de Longueur donnée, que la Diſtance du Foyer des Parallèles pour une Lentille Oculaire. 3355. * 3213. * 3227.

Suppoſons preſentement qu'on ait trouvé, qu'une Ouverture de cinq Pouces répond à une Longueur de cinq Pieds, & qu'il faut ſe ſervir d'un Oculaire, qui raſſemble les Rayons parallèles à la diſtance d'un tiers de Pouce; quand il s'agira de conſtruire un Téleſcope d'une autre Longueur, mais auſſi parfait, c'eſt-à-dire, qui repréſente les Objets d'une manière auſſi diſtincte & auſſi claire, il faudra obſerver cette Règle, dont nous donnerons la Démonſtration dans le Scholie ſuivant; *Que les Longueurs des Téleſcopes ſoient comme les quatrièmes Puiſſances des Diſtances des Foyers des Oculaires, & les Diamètres des Ouvertures, comme les Cubes de ces mêmes Diſtances*; en ce cas *les Aggrandiſſemens des Lignes ſont comme les Diamètres des Ouvertures.* 3356. 3357. 3358.

Cependant il eſt néceſſaire de changer l'Ouverture ſuivant que les différens Objets ſont plus ou moins éclairez *. Et il eſt bon auſſi de faire uſage de divers Oculaires dans différentes circonſtances. 3359. * 3230.

Le Téleſcope en queſtion repréſente les Objets renverſez; mais on les redreſſe en ajoutant deux Oculaires *. 3360. * 3199.

Il y a environ ſoixante dix ans que ce Téleſcope fut inventé par Newton, dont il a retenu le nom; mais depuis environ vingt ans M. Hadley l'a perfectionné, & a réduit en pratique ce qui juſqu'alors n'avoit été qu'une ſpéculation. 3361.

3362. Gregory avoit inventé avant Newton un autre Téleſcope Catoptrique, qui eſt très commun à préſent. Ce Téleſcope Gregorien a été perfectionné peu de tems après le Newtonien.

3363. Ce dernier eſt plus ſimple & plus parfait, & doit, à tous égards, être préferé à l'autre pour les Obſervations Aſtronomiques; le Gregorien eſt plus commode pour voir des Objets éloignez ſur Terre.

3364. Ce Téleſcope eſt compoſé d'un grand Miroir concave, pareil à celui du Téleſcope Newtonien; d'un petit Miroir, auſſi concave; & d'un, ou, comme on le conſtruit à preſent, de deux Oculaires. Voici comment on diſpoſe le tout

3365. TAB. CVIII. Fig. 2. Le grand Miroir A A eſt percé au milieu, & Q eſt en même tems Centre du Miroir & de l'Ouverture mQn; l'Axe du Téleſcope, qui paſſe par le Centre de la Sphère, & par celui du Miroir, eſt C I. Le petit Miroir B B, ſur lequel tombent les Rayons refléchis par le plus grand, eſt placé de ſorte que l'Axe sc, qui paſſe par c, Centre de la Sphère, & par s, Centre du Miroir, coincide avec l'Axe C I du Téleſcope. Le premier Oculaire V V eſt derrière l'Ouverture du grand Miroir. La place de l'autre eſt en O O, & ils ont l'un & l'autre le même Axe C I.

3366. Soient C Q & C m des Rayons, qui partent de deux Points d'un Objet éloigné, & qui s'entre-coupent en C. Les Repréſentations de ces Points ſeront dans les mêmes Lignes en E & en F, quoi qu'il y ait une partie des Rayons interceptée, comme nous l'avons dit en expliquant la conſtruction du Téleſcope
* 3351. de Newton*, & la Repréſentation de l'Objet éloigné ſera en E F.

3367. La Repréſentation en queſtion peut être conſiderée comme un Objet, qui, ſi l'on ôtoit la Lentille V V, auroit, par la
* 3311. reflexion du Miroir B B, ſon Image en f e*. On peut éloigner cette Image de E F, en plaçant le petit Miroir de telle ſorte, que E F ſoit entre c & p, qui partage la Ligne sc
* 3310. en deux parties égales: en diminuant p F on recule f e*.

3368. Chaque Point de la Repréſentation E F ſeroit formé par les Rayons qui partent de tous les Points du Miroir A A, ſi aucun des Rayons Incidens n'étoit intercepté par le Miroir B B, ou ne traverſoit pas l'Ouverture du Miroir A A; en ce cas entre les Rayons, qui forment, par exemple, le Point E, il y en auroit un, comme ncEi, qui paſſeroit par c, Centre de la Sphè-

Sphère du petit Miroir, & qui, après avoir été refléchi, reviendroit par la même Ligne *i E c n*, & tendroit vers le Point e de l'Image; car tous les Rayons, qui partent du Point E, refléchis par le petit Miroir, paſſent par e; que ſi l'on méne des Lignes, de chaque Point de l'Image EF, par le Centre *c*, elles paſſeront par les Points correſpondans de l'Image ef.

Concevons preſentement l'Oculaire V V placé derrière l'Ouverture du grand Miroir de façon à intercepter tous les Rayons, qui paſſent par cette Ouverture. Ceux de ces Rayons, qui paſſent par le Point *c*, entrent divergens dans la Lentille & en ſortent convergens vers I*. Mais les Rayons, qui tendent vers le Point e, deviennent plus convergens *, & ſe réuniſſent en *e*, plus près de l'Oculaire; ce qui forme une ſeconde Image *e f*, dont tous les Points ſont traverſez par des Rayons, qui tendent vers I. 3369. * 3011. * 3012.

Cette dernière Image eſt aggrandie par la Lentille O O, & c'eſt là proprement le but de ce Téleſcope. L'Interpoſition de cette dernière Lentille fait que les Rayons, qui tendoient vers I, concourent en D*, où doit être l'Oeil; car s'il n'étoit point en cet endroit, il ne recevroit pas tous les Rayons, qui paſſent par l'Oculaire O O, & le Champ du Téleſcope ſeroit plus petit, comme nous l'avons vû *. 3370. * 3012. * 3189. 3197.

On affermit en D une Lame, dont le Centre eſt percé d'une petite Ouverture. Cette Lame exclut toute Lumière étrangère & incommode, qui, pour peu que l'Ouverture fut trop grande, pénétreroit dans l'Oeil. 3371.

Quand on ne ſe ſert que d'un ſeul Oculaire, l'Image e f ſe trouve à une petite diſtance de l'Ouverture *n m* *; & c'eſt cette Image que le Spectateur voit à travers la Lentille. 3372. * 3362.

Il y a moyen de déterminer pour ce Téleſcope, comme pour les autres, de combien la Grandeur apparente doit augmenter; car cette Grandeur, à l'Oeil nû, eſt à celle qui paroit par le Téleſcope, comme l'Angle E C F à l'Angle *x* D *d* *; mais le rapport que ces Angles ont entr'eux ſe trouve moins aiſément que dans les autres exemples, que nous avons donnez *. 3373. * 3207. 3352. * 3207. 3354.

Dans le cas en queſtion, la Grandeur apparente, par le Téleſcope, eſt à celle qu'on apperçoit à l'Oeil nû, comme nous le démontrerons dans le troiſième des Scholies ſuivans, en rai- 3374.

ſon compoſée de FQ à F*c*, de *cy* à *yr* (*y* marque le Foyer des Parallèles de la Lentille VV) & enfin de *f*I à *fd*; nous ſuppoſons que *f* coincide avec le Foyer de la Lentille OO, dont cette Image n'eſt éloignée ſenſiblement, que par quelque vice de l'Oeil du Spectateur. Si l'on multiplie les antecedens l'un par l'autre, & qu'on en faſſe de même à l'égard des conſéquens, les produits auront entr'eux la raiſon cherchée.

3375. C'eſt en tâtonnant qu'on trouve ce qui eſt requis pour la perfection de ce Téleſcope, comme nous l'avons vû à l'égard des
* 3227. autres *, & l'on détermine enſuite, par le calcul, comment
3355. il faut s'y prendre pour conſtruire un autre Téleſcope auſſi parfait, c'eſt-à-dire, qui repréſente les Objets auſſi clairement & auſſi diſtinctement; les eſſais, faits par rapport au Téleſcope
* 3356. Newtonien *, ſont auſſi d'uſage en cette occaſion.

3376. Comme le Téleſcope, dont il eſt ici queſtion, a pluſieurs parties, on peut le varier de différentes manières, en gardant la perfection, que nous avons indiquée.

3377. Suppoſons préſentement, un Téleſcope étant donné, ſoit Newtonien, ſoit Gregorien, avec un ou avec deux Oculaires, qu'il en faille conſtruire un autre auſſi parfait, ſoit Newtonien, avec un Miroir donné, ſoit Gregorien, avec deux Miroirs donnez, & la Lentille VV, en cas qu'il en faille employer deux; après avoir joint enſemble ces parties à diſcrétion, quoique cependant de manière que l'Image e f, ſi l'Oculaire VV ne s'y trouve point, ou *e f* ſi cette Lentille s'y trouve, ſoit placée de façon, que l'Oculaire OO puiſſe commodément être adapté au Téleſcope. On demande l'Ouverture du grand Miroir, & la convexité de la Lentille OO.

Pour déterminer l'Ouverture nous n'avons pas beſoin d'u-
* 3357. ne nouvelle Règle; puiſqu'il ſuit de celle, que nous avons
3378. donnée pour le Téleſcope Newtonien *, que *les Diamètres des Ouvertures de différens Téleſcopes ſont entr'eux, comme les Cubes des Racines Quarré-quarrées des Longueurs.* La même Règle a lieu pour ces ſortes de Téleſcopes, ſi la diſtance FQ ſert de Longueur, comme dans le Téleſcope Newtonien.

3379. Avant que de déterminer la convexité de la dernière Lentille, il faut déterminer la raiſon qu'il y a entre l'Image, qui eſt apperçue par le moyen de cette Lentille, & la Repréſentation

tion EF. Si la Lentille VV n'y eſt pas, cette raiſon eſt la même que celle qui ſe trouve entre *p s* & F*p*, comme nous le verrons dans le troiſième Scholie.

Si l'on fait uſage de deux Lentilles, & que VV ſoit donnée, on a le Point f; car *p*F, *p c*, *p* f, ſont proportionelles, comme on peut le déduire de la proportion raportée ci-devant *. On trouve le Point I, à cauſe que *c y*, *c r*, *c* I, ſont en proportion continue *. Nous avons auſſi *f*, les Lignes f *y*, f *r*, f *f*, étant proportionelles *. Cela étant, la raiſon cherchée, qui ſe trouve entre *e f* & EF, eſt compoſée, comme nous le verrons dans le troiſième Scholie, des raiſons connues, de I *f* à I *r* & de *c r* à *c*F, dont il faut multiplier l'un par l'autre les antecedens, & les conſéquens de même. 3380. * 3310. * 3035. * 3035.

La raiſon entre les Diamètres de la dernière Image & de la Repréſentation étant donnée, en diviſant l'antecedent par le conſéquent on aura l'expoſant de la raiſon du premier Aggrandiſſement; nous l'appellerons ainſi pour le diſtinguer de l'Aggrandiſſement, que le Téleſcope même produit. 3381.

En multipliant cet expoſant par la Racine quarré-quarrée de la Longueur du Téleſcope, le produit ſuivra la raiſon de la diſtance *d f*, c'eſt-à-dire, de la diſtance, à laquelle la Lentille OO raſſemble les Rayons parallèles: ce qu'on exprime ainſi: *Les dernières Lentilles Oculaires doivent être diſpoſées dans différens Téleſcopes de telle façon, que les produits des expoſans des premiers Aggrandiſſemens, par les Racines quarré-quarrées des Longueurs, ſoient entr'eux, comme les Diſtances des Foyers de ces mêmes Lentilles.* Nous donnerons la démonſtration de cette Règle dans le quatrième Scholie. 3382.

Par rapport aux Calculs en queſtion, il y a cette ſeule différence entre le Téleſcope Newtonien, & celui de Gregory, que dans le premier le Spectateur voit par l'Oculaire une Image égale à EF, au lieu qu'il apperçoit l'Image *e f* dans le ſecond. 3383.

Si dans le Téleſcope Gregorien les Images *e f* & EF ſont égales, ces Images, en faiſant abſtraction de la diminution de Lumière, cauſée par la Reflexion & par la Refraction, ſeront également lumineuſes; de ſorte qu'il n'importe aucunement quelle des deux on regarde; & l'*on peut comparer le Téleſcope de Newton avec celui de Gregory, ſi l'on conçoit au lieu* 3384. 3385.

du

du Téleſcope Newtonien un Téleſcope Gregorien, dans lequel les Images en queſtion ſont égales, c'eſt-à-dire, *dans lequel l'expoſant du premier Aggrandiſſement eſt l'Unité.*

3386. Ainſi il n'eſt pas néceſſaire, comme nous l'avons obſervé ci-
* 3375. deſſus *, lorſque, par le moyen de différens Eſſais, on a déterminé l'Ouverture & la Convexité de l'Oculaire, pour un
* 3356. Téleſcope Newtonien *, de faire de nouveaux Eſſais, pour conſtruire un Téleſcope Gregorien également parfait. Le Calcul a lieu, pourvû qu'on ait ce que nous avons indiqué dans l'Article 3377.

3387. Quand deux Téleſcopes, l'un Newtonien, & l'autre Gregorien, ſont de même Longueur, c'eſt-à-dire, quand la concavité des deux grands Miroirs eſt la même, ils ne ſçauroient être également parfaits, à moins que les Ouvertures de ces
* 3383. Miroirs ne ſoient égales *; & s'ils ſont également parfaits, les
3384. Objets paroîtront également aggrandis, de quelque manière qu'on puiſſe varier dans le Téleſcope Gregorien la Figure & la Situation du petit Miroir, & de la Lentille intérieure; car
3388. *c'eſt une Règle générale*, que nous avons indiquée dans un
* 3358. cas particulier *, *qu'en comparant des Téleſcopes, ſoit du même Genre, ſoit de Genres différens, les Aggrandiſſemens des Objets ſont comme les Ouvertures, quand la Clarté eſt la même.*

3389. La Clarté dépend de la Lumière, qui éclaire dans l'Oeil l'Image de l'Objet. S'il arrive quelque changement à la Lumière, la Clarté ne reſtera la même, qu'en cas que l'Image éprouve le même changement; qu'elle ſoit double, par exemple quand la Lumière eſt double, &c. c'eſt-à-dire, que l'Image & la Lumière doivent changer en même raiſon; mais la Lumière eſt
* 3220. comme l'Ouverture *; donc cette même raiſon a auſſi lieu entre l'Ouverture & l'Image de l'Objet dans l'Oeil.

Nous donnerons dans le dernier Scholie de ce Chapitre la démonſtration de quelques Règles touchant la manière de comparer les Téleſcopes Gregoriens, entr'eux, & avec ceux de Newton. Nous comparerons auſſi dans le même Scholie les Téleſcopes dioptriques avec les Téleſcopes catoptriques, & ne propoſerons ici ſur ce ſujet qu'une ſeule Règle, qui ſera fondée ſur l'égalité de perfection des Téleſcopes, dont il a été parlé dans les Articles 3228 & 3356.

La

La Longueur d'un Téleſcope dioptrique, auſſi parfait que celui qui a été indiqué dans l'Article 3228, étant donnée, on demande la Longueur d'un Téleſcope catoptrique, qui, étant ſuppoſé également parfait, repréſente les Objets auſſi aggrandis qu'ils le ſont par le Téleſcope propoſé. Voici une Règle pour cela. 3390.

Si vous diviſez par $55\frac{1}{9}$ *le Quarré de la Longueur donnée, & que vous tiriez la Racine cubique du Quotient, cette Racine exprimera la Longueur cherchée.* 3391.

Si, la Longueur du Téleſcope catoptrique étant donnée, on cherchoit celle du Téleſcope dioptrique, le Cube de la Longueur donnée devroit être multiplié par $55\frac{1}{9}$, & la Racine quarrée du produit donneroit la Longueur qu'on demande. 3392.

Au reſte le nombre $55\frac{1}{9}$ a été déterminé pour des Longueurs exprimées en Pieds du Rhin; c'eſt ce qui fait que nous marquons une Longueur de ſix Pouces par $\frac{1}{2}$ ou par 0, 5. 3393.

SCHOLIE I.

De la Diſperſion des Rayons cauſée par la Reflexion d'un Miroir concave.

SOit le Miroir Concave ML; le Centre de la Sphère C; un Rayon direct DCA; *a*, qui partage CA, en deux parties égales *, le Foyer des Rayons parallèles à DCA, & peu éloignez de cette Ligne; qu'il y ait outre cela d'autres Rayons parallèles plus éloignez, dont le dernier ſoit BM, qui eſt refléchi par MH*i*. Quand les Rayons ſont à une petite diſtance du Point A, après avoir été refléchis ils ſe réuniſſent en *a*; pour ce qui eſt du dernier Rayon BM, il coupe CA en H; & ſi les Rayons parallèles occupent ſur la Superficie du Miroir un Eſpace, dont le demi-Diamètre eſt AM, c'eſt-à-dire, ſi AM eſt le demi-Diamètre de l'Ouverture, tous ces Rayons refléchis paſſeront par un petit Eſpace, dont le demi-Diamètre eſt *ai*; pluſieurs autres Rayons s'entre-coupent à la vérité entre H & *a*; mais nulle part en auſſi grande quantité qu'en *a*: c'eſt ce qui fait que nous rapportons la diſperſion des Rayons au Point *a*, & que nous la meſurons en cet endroit. 3394. TAB. CVIII. Fig. 3. * 3297.

La petite Ligne *ai*, ſi H*a* reſte la même, eſt comme l'Angle *a*H*i*, ou MHA; ſi cet Angle ne change point, cette même Ligne *ai* eſt comme H*a*; donc, comme ces deux quantitez changent toutes les fois que M re- 3395.

recule ou approche, *a i* ſuit une raiſon compoſée des deux raiſons, que nous venons d'indiquer.

3396. Le Triangle M H C eſt Iſoſcèle *; donc l'Angle M H A eſt double
* 3297. de l'Angle M C A *; & M H A ſuit la même raiſon que l'Arc A M.
* 32. EL. I. De C comme Centre ſoit décrit à l'intervalle C*a* un Cercle, qui cou-
3397. pe la Ligne C M en I; ſi l'on méne à ce Point une Ligne perpendicu-
* 16. EL. III. laire à C M, cette Ligne ſera Tangente au Cercle en I *, & paſſera par le Point H, à cauſe de l'égalité entre H C & H M. Soit le Point D une des extremitez du Diamètre. En ce cas, le Quarré de la Ligne H I ſera
* 36, EL. III. égal au Rectangle de H D par H*a* *. Mais comme il n'eſt queſtion que des cas où H*i* eſt très petite, H D peut-être conſiderée comme conſtan-
* 1. EL. VI. te, & le Rectangle en queſtion ſuivra la raiſon de H*a* *, ce que fera pareillement le Quarré de la Ligne H I. Mais H I ne diffère pas ſenſiblement de l'Arc *a* I, qui ſuit la même raiſon que l'Arc A M; donc H*a* ſuit la raiſon doublée de l'Arc A M. Si l'on ajoute à cette raiſon celle du
* 3396. même Arc, qui eſt la raiſon de l'Angle A H M *, nous aurons la raiſon
* 3395. triplée de A M, qui eſt celle que ſuit *a i* *.

3398. Donc *le Diamètre de la Diſperſion des Rayons eſt comme le Cube du Diamètre de l'Ouverture, ſi le Miroir eſt le même.*

3399. Suppoſons à preſent que les Miroirs ſoient différens, mais les Ouvertures égales. Soit m n le Miroir; c le Centre de la Sphère; le Rayon direct c a; le Foyer des Parallèles f; le demi-Diamètre de l'Ouverture a m, égal à A M. Le dernier Rayon b m eſt refléchi par m r p, & le demi-Diamètre du petit Eſpace, par lequel paſſeront les Rayons refléchis, eſt p f, qu'il s'agit maintenant de comparer avec *a i*.

Suppoſons que a n ſoit à a m ou A M, comme a f à A*a*; & ſoit le Rayon incident en n refléchi par n h o; de ſorte que f o ſoit le demi-Diamètre de la Diſperſion, quand le demi-Diamètre de l'Ouverture eſt a n. Il paroit par la conſtruction, que les Figures A H*a i* H M & a h f o h n ſont ſemblables,

Donc *a i*, f o :: A*a* a f.

* 3398. Nous avons auſſi f o, f p :: a n^3, a m^3 * :: a f^3, à A*a*^{3}.

Mais *a i* eſt à f p en raiſon compoſée, des raiſons de *a i* à f o & de f o à f p; c'eſt-à-dire, des raiſons de A*a* à a f & a f^3 à A*a*^{3}, ou de

$$\frac{1}{Aa^2} \text{ à } \frac{1}{af^2}.$$

3400. Par conſéquent, *quand l'Ouverture eſt déterminée, le* demi-*Diamètre de la Diſperſion*, qui eſt comme le Diametre entier, *ſuit la raiſon inverſe doublée de la Diſtance du Foyer des Rayons parallèles*, ou de la Longueur du Téleſcope, ſi c'eſt d'un Téleſcope qu'il s'agit.

Nous avons donc une Règle générale ſur la Diſperſion des Rayons;

3401. *Le Diamètre de la Tache, que forment les Rayons diſperſez, ſuit la Raiſon di-*
* 3398. *recte triplée de l'Ouverture du Miroir* *, *& la Raiſon inverſe doublée de la*
* 3400. *Diſtance du Foyer des Rayons parallèles* *.

SCHO-

SCHOLIE II.

De la Manière de comparer entr'eux les Téleſcopes Newtoniens.

ON peut comparer entr'eux les Téleſcopes Catoptriques, tout comme il a été dit au ſujet des Téleſcopes Dioptriques. En général, on doit regarder comme également parfaits deux Téleſcopes, qui repréſentent les Objets auſſi diſtinctement & auſſi clairement l'un que l'autre *. La Clarté dans ces deux ſortes de Téleſcopes eſt en raiſon directe de l'Ouverture, & en raiſon inverſe de l'Image de l'Objet dans l'Oeil *. Le Diamètre de cette Image ſuit la raiſon directe du Diamètre de la Repréſentation dans le Téleſcope, qui eſt comme la Longueur du Téleſcope, & la raiſon inverſe de la Diſtance du Foyer de l'Oculaire; car toutes ces choſes conviennent à ce Téleſcope préciſément de même qu'aux Téleſcopes qui ne ſont compoſez que de Lentilles *. 3402. * 3225. * 3231. * 3231.

Soit le Diamètre de l'Ouverture a; la Longueur du Téleſcope l; la Diſtance du Foyer de l'Oculaire f: la Clarté du Téleſcope ſera comme le quarré de $\frac{af}{l}$ *. 3403. * 3231.

Cette Fraction ne change point, de quelque manière qu'on varie la Longueur du Téleſcope, pourvu qu'on obſerve la Règle de l'Article 3357. ſuivant laquelle a eſt comme f^3, & af comme f^4; l eſt pareillement comme f^4; d'où il ſuit que le Numerateur & le Denominateur de la Fraction changent en même raiſon; & que cette Fraction, qui ſuit la raiſon ſous-doublée de la Clarté, ne change pas non plus. 3404.

Quand la Tache, formée dans le fond de l'Oeil, & qui repréſente un Point viſible, a la même grandeur, ce Point eſt apperçu d'une manière également diſtincte *; or cette Tache dans le fond de l'Oeil eſt la Peinture d'une autre Tache, que les Rayons, qui partent d'un Point de l'Objet, forment dans l'Image de cet Objet même. 3405. * 3232.

Le Diamètre de cette dernière Tache eſt comme $\frac{a^3}{l^2}$ *. Et l'Image de ce Diamètre eſt en raiſon directe de ce Diamètre même, & en raiſon inverſe de la Diſtance du Foyer de l'Oculaire *. Donc le Diamètre de la Tache dans l'Oeil eſt comme $\frac{a^3}{l^2 f}$. Cela étant, ſi, conformément à la Règle *, a ſuit la raiſon de f^3, & l celle de f^4, le Numerateur & le Denominateur de la Fraction ſuivront l'un & l'autre la raiſon de f^9, c'eſt-à-dire, augmenteront ou diminueront dans cette raiſon. Ainſi la Fraction reſtera la même, & l'Image entière ſera également diſtincte dans le fond de l'Oeil. * 3401. * 3231. * 3357.

SCHOLIE III.

De la manière de déterminer les Aggrandiſſemens dans les Téleſcopes Gregoriens.

3406. NOus avons dit, que la Grandeur apparente d'un Objet vu à l'Oeil nû, eſt à la Grandeur de ce même Objet, vu par le Téleſcope Gregorien, comme l'Angle ECF à l'Angle xDd*; or cette raiſon eſt compoſée des raiſons de l'Angle ECF à l'Angle EcF ou tcr; de tcr à tIr; & enfin de tIr, qui eſt le même que xId, à xDd. La première raiſon eſt celle qui a lieu entre Fc & FC, ou FQ, & la ſeconde ſubſiſte entre Ir & cr: mais cy, cr, cI, ſont proportionnelles *; & Invert. & Divid., $cr-cy=yr$, $cy::cI-cr=Ir$, cr; donc la ſeconde des trois raiſons indiquées eſt celle qu'il y a entre yr & cy; la troiſième eſt entre Dd & Id; mais If, Id, ID, ſont en proportion *; donc Convert. & Invert. $If-Id=fd$, $fI::Id-ID=Dd$, Id, & la troiſième raiſon a lieu entre fd & fI. Or ce ſont là préciſément les raiſons marquées dans l'Article 3374.

TAB. CVIII. Fig. 2.

* 3373.

* 3035.

* 3035.

Examinons à preſent ce qui a été dit dans les Articles 3379 & 3380. touchant la manière de déterminer le premier Aggrandiſſement, ou, ce qui revient au même, de comparer enſemble les différentes Images des Objets.

3407. Suppoſons qu'on ne faſſe uſage que d'une ſeule Lentille Oculaire. Il s'agit de démontrer ce qui a été avancé dans l'Article 3379.

Sçavoir, que ps eſt à Fp, comme ef à EF, c'eſt-à-dire, comme fc à cF.

3408. Nous avons fs, $sF::ps=pc$, Fp*.

* 3310. Dividendo $fs-sF=fF$, $sF::pc-Fp=cF$, Fp.

Altern. & Divid. $fF-cF=fc$, $cF::sF-Fp=ps$, Fp. Ce qu'il falloit demontrer.

3409. Ce que nous avons dit dans l'Article 3380. au ſujet du premier Aggrandiſſement, quand on fait uſage de deux Lentilles Oculaires, n'a preſque pas beſoin d'être prouvé; ſçavoir, que ef eſt à EF en raiſon compoſée de If à Ir & de cr à cF; car ef eſt à EF en raiſon compoſée de ef à rt & de rt à EF; or la première de ces raiſons eſt celle qu'il y a entre If & Ir, à cauſe des Triangles ſemblables rtI, feI. La ſeconde raiſon, ſçavoir de rt à EF eſt la même que de cr à cF, les Triangles ctr, cFE, étant ſemblables.

SCHO-

SCHOLIE IV.

De la manière de comparer les Téleſcopes Gregoriens avec ceux de Newton, & entr'eux, comme auſſi de comparer enſemble les Téleſcopes Catoptriques & Dioptriques.

NOus ſuppoſons ici, comme dans le ſecond Scholie, que a exprime le Diamètre de l'Ouverture du Téleſcope; l la Longueur; & f la Diſtance du Foyer du dernier Oculaire, c'eſt-à-dire, de la Lentille la plus voiſine de l'Oeil. 3410.

Suppoſons de plus, qu'une Ligne quelconque dans la dernière Image, que le Spectateur apperçoit immédiatement par la Lentille la plus voiſine de ſon Oeil, ſoit à la même Ligne dans la Repréſentation, qui eſt l'effet du grand Miroir, comme n à 1; de ſorte que n ſoit l'Expoſant du premier Aggrandiſſement *. Cela étant, on demande, un Téleſcope étant donné, d'en faire un autre, de Longueur quelconque, qui repréſente les Objets auſſi diſtinctement & auſſi clairement. * 3382.

Puiſque la Longueur du Téleſcope eſt donnée, nous avons auſſi le grand Miroir, dont il faut déterminer l'Ouverture; il faut déterminer outre cela la convexité de la dernière Lentille, & ces deux choſes ſuffiſent; car le Problème n'a que deux conditions; c'eſt pourquoi l'on peut varier à diſcrétion le petit Miroir & la première Lentille, en cas qu'on en mette deux; on peut auſſi les placer à volonté, mais il faut prendre garde ne pas tomber dans un cas impoſſible ou incommode *. 3411. * 3377.

La Clarté du Téleſcope eſt en raiſon directe de l'Ouverture & en raiſon inverſe de l'Image dans le fond de l'Oeil; le Diamètre de l'Image eſt en raiſon directe de cette Image, & en raiſon inverſe de f *; le Diamètre de la Repréſentation eſt comme l *; mais il s'agit de la première Image de cette Repréſentation, dont le Diamètre eſt comme nl *; donc le Diamètre de l'Image dans l'Oeil eſt comme $\frac{nl}{f}$, & la Clarté eſt en raiſon doublée de la Fraction $\frac{af}{nl}$ *. 3412. * 3231. * 3214. * 3410. * 3408.

Pour trouver juſqu'à quel dégré chaqu'un des Points d'un Objet quelconque paroit diſtinct, il faut faire attention à la Tache, qui repréſente le Point en queſtion; le Diamètre de cette Tache eſt comme $\frac{a^3}{l^2}$ *, & dans la dernière Image comme $\frac{na^3}{l^2}$, dont la repréſentation dans le fond de l'Oeil eſt comme $\frac{na^3}{fl^2}$ *. 3413. * 3401. * 3405.

Cela étant ſi un Objet eſt repréſenté auſſi diſtinctement & auſſi claire-

ment par un Téleſcope que par un autre quelconque, ces Fractions $\frac{af}{ln}$ & $\frac{na^3}{fl^2}$ ſeront conſtantes pour tous les Téleſcopes également parfaits. Ainſi nous pourrons exprimer l'une & l'autre de ces Fractions par l'unité ; ce n'eſt pas qu'elles ſoient égales pour cela ; car ce n'eſt point la même unité, qui repréſente les deux Fractions.

3414. Nous avons preſentement deux Equations, que nous changeons en celles-ci, $af = nl$ & $na^3 = fl^2$; l'une & l'autre donnant la valeur de f ; & par cela même cette troiſième Equation $\frac{nl}{a} = \frac{na^3}{l^2}$, c'eſt-à-dire, $l^{\frac{3}{4}} = a$, comme il a été dit dans l'Article 3378, où nous avons remarqué, que cette Règle s'accorde avec celle, qui avoit été donnée au ſujet du Téleſcope Newtonien ; ainſi

3415. *dans tous les Téleſcopes Catoptriques on détermine de la même manière l'Ouverture, qui dépend uniquement de la Longueur.*

3416. D'où il ſuit, que *l'Aggrandiſſement d'un Objet, vu par un Téleſcope, dépend* auſſi *de la ſeule Longueur* ; car ſi la Longueur reſte, il n'arrive aucun changement à l'Ouverture, qui ſuit la raiſon de l'Aggrandiſſement *.

* 3388.

3417. Ainſi dans tous les Téleſcopes, de même Longueur, & également parfaits, les Objets paroiſſent de même grandeur, ſoit que ces Téleſcopes ſoient Newtoniens ou Gregoriens, & qu'on ſubſtitue, ou non, un Miroir convexe au petit Miroir concave. Caſſegrain propoſa un pareil Téleſcope long-tems après que Gregory eut publié la Deſcription du ſien, & s'attribua l'honneur de l'invention, n'ayant apparemment pas lû l'Ouvrage de Gregory.

3418. Pour trouver préſentement la valeur de f, il faut avoir recours à l'Equation $af = nl$ * ; en ſubſtituant à la place d'a ſa valeur $l^{\frac{3}{4}}$, nous avons $fl^{\frac{3}{4}} = nl$, ou $f = nl^{\frac{1}{4}}$, comme nous l'avons dit ci-deſſus *.

* 3414.

* 3382.

3419. Nous avons vû qu'on peut changer n à diſcrétion dans le Téleſcope Gregorien * ; alors tout le reſte demeurant de même, il n'y a qu'à changer f, en même raiſon que n ; car la quantité l reſtant la même, f change en même raiſon que n dans la dernière Equation ; quand il s'agit d'un Téleſcope Newtonien $n = 1$ * ; ſi l'on veut comparer ce Téleſcope avec un Téleſcope Gregorien également parfait, les Diſtances des Foyers des Oculaires ſeront entr'elles comme 1 à n ; & c'eſt ainſi qu'on peut comparer enſemble tous les Téleſcopes Catoptriques.

* 3377.

* 3385.

3420. Que ſi l'on vouloit comparer des Téleſcopes Dioptriques avec des Téleſcopes Catoptriques, il faudroit déterminer deux choſes, à l'aide de quelques Exépriences ; car la diſperſion des Rayons, d'où dépend la diſtinction des Objets, n'eſt pas ſoumiſe aux mêmes Loix dans ces différentes ſortes de

3421. Téleſcopes ; *dans les Téleſcopes Catoptriques, la Lumière, dont eſt éclairée la Tache qui repréſente un Point, s'affoiblit tout-à-coup, en s'éloignant du Centre, au lieu qu'il n'en eſt pas de même dans les Téleſcopes Dioptriques.* Nous ſuppoſons donc,

donc, que les Téleſcopes indiquez dans les Articles 3328. 3356. ſont également parfaits; & nous comparerons enſemble les deux ſortes de Téleſcopes en queſtion, par le moyen de la Règle indiquée *, & dont la démonſtration eſt générale *, ſçavoir que les Téleſcopes, de quelque genre qu'ils puiſſent être, s'ils ſont également parfaits, aggrandiſſent également les Objets, quand les Ouvertures ſont égales. * 3388. * 3389.

Soit A l'Ouverture, & L la Longueur d'un Téleſcope Dioptrique donné; ſoit de plus a l'Ouverture & l la Longueur d'un Téleſcope Catoptrique auſſi donné; que x & z expriment les Longueurs de deux autres Téleſcopes, le premier Dioptrique, & l'autre Catoptrique, qui ſoient auſſi parfaits que les Téleſcopes donnez, & qui aggrandiſſent les Objets autant l'un que l'autre, c'eſt-à-dire, qui ayent des Ouvertures égales. 3422.

Alors L, $x :: A^2$, $\frac{A^2 x}{L}$ = Quarré du Diamètre de l'Ouverture du Téleſcope x*. * 3229. 3231.

Et l^3, $z^3 :: a^4$, $\frac{a^4 z^3}{l^3}$ = la quatrième Puiſſance du Diamètre de l'Ouverture du Téleſcope z*.

Ces Ouvertures ſont égales; donc $\frac{A^4 x^2}{L^2} = \frac{a^4 z^3}{l^3}$. Quels que ſoient les Téleſcopes donnez, les Quantitez $\frac{A^4}{L^2}$ & $\frac{a^4}{l^3}$ ſont conſtantes *. Suppoſons qu'elles ſoient entr'elles comme 1 à m, & nous aurons $x^2 = m z^3$. Cela étant, ſi, conformément aux Articles 3228. & 3256. nous ſuppoſons A = 3; L = 30; $a = 5$; $l = 5$; m ſera = $55\frac{5}{9}$, comme nous l'avons dit. * 3378. 3414. * 3231. 3414.

Nous devons avertir ici que la Règle de l'Article 3383. ne convient pas exactement aux Téleſcopes des Articles 3328. & 3356. à moins qu'on n'augmente d'un trentième de Pouce la diſtance du Foyer de l'Oculaire dans le Téleſcope de Huigens. Ce célèbre Mathématicien a déterminé la diſtance du Foyer à trois Pouces & trois dixièmes; alors les Aggrandiſſemens Linéaires ſont dans les Téleſcopes, dont il s'agit, comme 108 à 180, exactement comme 3 à 5, c'eſt-à-dire, comme les Diamètres des Ouvertures. 3423.

Nous avons déja obſervé, que dans différentes circonſtances il y avoit pluſieurs changemens à faire aux Téleſcopes *; & nous avons dit, entr'autres choſes, que les Verres n'étoient pas tous également bien travaillez; ce qui eſt applicable auſſi aux Miroirs. Outre cela ces Miroirs & les Verres ne ſont pas toujours faits d'une Matière également propre: défauts, auxquels nous n'avons point eu égard dans nos Calculs. * 3228. 3359.

CHA-

CHAPITRE XVIII.

De la Lanterne Magique.

3424. OUtre les Téleſcopes, dont nous venons de parler, on employe des Lentilles & des Miroirs à la conſtruction de pluſieurs autres Machines, dont l'Explication eſt facile à concevoir, après ce qui a été dit.

Nous avons deſſein d'en décrire une, qui repréſente des Objets, qu'on peint en petit ſur un Verre, extrêmement aggrandis ſur une Muraille blanche, ou ſur quelque autre Plan de cette couleur: Phénomène aſſez ſurprenant pour meriter que nous en expliquions les cauſes. On appelle la Machine en queſtion *Lanterne Magique*. Ceux, qui ont écrit ſur l'Optique, en font à la verité mention, mais légèrement.

3425. TAB. CIX. Fig. 1. Dans une Caiſſe longue d'un Pied & demi, & dont la hauteur & la largeur ſont chacune d'environ quatorze Pouces, eſt placé un Miroir concave S, de huit Pouces de Diamètre, & portion d'une Sphère, dont le Diamètre eſt d'un Pied & demi. Ce Miroir eſt ſoutenu par un Pied de bois, qui peut ſe mouvoir entre des Règles, appliquées à la Caiſſe ſuivant ſa Longueur.

3426. Il faut de plus une Lampe L, garnie d'un Pied de bois, qui peut auſſi ſe mouvoir le long d'un des cotez de la Caiſſe, & dans le même Sens que le Miroir. Le bec de la Lampe doit avancer aſſez pour que le Centre de la Flamme réponde au Centre de la Surface du Miroir. Cette Flamme étant l'effet de quatre Mêches allumées, & diſpoſées de façon à s'entre-toucher, forme un quarré, dont chaque coté eſt de plus de deux Pouces.

3427. Dans le Plan ſupérieur de la Caiſſe eſt pratiquée une Ouverture oblongue, qu'on recouvre d'une Planchette, qui eſt reçue entre des Règles; à travers cette Ouverture paſſe la petite Cheminée C, qui (comme il paroit par la Figure 3.) s'élève

lève environ d'un Pied & demi au deſſus de la Caiſſe. On peut, l'Ouverture en queſtion reſtant fermée, faire avancer ou reculer la Cheminée avec le Couvercle, & par ce moyen placer la Cheminée au-deſſus de la Lampe.

Un des petits cotez de la Caiſſe a une Ouverture ronde de cinq Pouces de Diamètre, garnie du Verre convexe V, dont le Diamètre eſt auſſi de cinq Pouces: ce Verre eſt convexe des deux cotez, & portion d'une Sphère d'un Pied de Diamètre. Cette Lentille doit être diſpoſée de telle ſorte, que ſon Axe paſſe par le Centre du Miroir & par le Milieu de la Flamme, & ſoit perpendiculaire au Plan de la Flamme & au Miroir. 3428.

Pour fermer l'Ouverture, dont nous venons de parler, on ſe ſert d'une Planchette, qu'on fait mouvoir entre des Règles par le moyen du Manche repréſenté en E.

A cette même Ouverture répond hors de la Caiſſe le Tuyau T, dont la Longueur auſſi bien que le Diamètre ſont d'environ ſix Pouces. Le bout de ce Tuyau eſt garni d'un Anneau, dans lequel ſe meut un ſecond Tuyau *t*, qui peut avoir quatre Pouces de Diamètre, & cinq ou ſix Pouces de Longueur. 3429.

Ce petit Tuyau contient deux Lentilles, dont la première eſt au bout, qui entre dans le Tuyau T, & a la même convexité que le Verre V, & trois Pouces & demi de Diamètre. La ſeconde Lentille, qui doit être placée à la diſtance de trois Pouces de la première, a beaucoup moins de convexité, & eſt terminée par des Portions d'une Sphère, de quatre Pieds de Diamètre. On met entre ces Lentilles, à un Pouce de diſtance de la ſeconde, un Anneau de bois, qui aît une Ouverture circulaire de cinq quarts de Pouce. 3430.

Les Objets, qu'on veut repréſenter, doivent être peints ſur des Verres plats & minces, qu'on fait gliſſer en dehors de la Caiſſe entre la Lentille V & le Tuyau T; il faut que les Figures ſoient renverſées. Si les Verres en queſtion ſont ronds, ils doivent avoir cinq Pouces de Diamètre. Pour en faire uſage plus commodement, on les affermit dans une Planchette, qu'on fait ordinairement aſſez grande, pour que trois Verres puiſſent y être ajuſtez. On ſe ſert auſſi de Ver-

TAB. CX. Fig. 1. res oblongs, affermis pareillement dans des Planchettes, qui ſont mobiles entre les Couliſſes R P, R P, menagées dans la Pièce de bois quarrée M, dont le milieu eſt traverſé par le Tuyau T.

3431. TAB. CIX. Fig. 3. La Caiſſe, avec tout ce qui y appartient, eſt ſoutenue ſur un Pied, par le moyen duquel on peut la hauſſer ou la baiſſer; les Règles *n*, *n*, tiennent à la Caiſſe, & ſont reçues dans les Montans *m*, *m*, qui forment le Pied; chacune de ces Règles a une fente; on affermit la Caiſſe à la hauteur qu'on veut, par le moyen des Vis, comme *c*, qui tiennent au Pied, & qui ſont mobiles dans ces fentes.

I. Experience.

3432. On place toute la Machine à la diſtance de quinze, vingt, ou trente Pieds d'un Plan blanc, ſuivant que ce Plan eſt plus ou moins grand; cette diſtance devant ſeulement ſurpaſſer tant ſoit peu la Longueur du Plan, ſur lequel on veut repréſenter les Objets. Pour avoir préciſément la Hauteur, à laquelle la Caiſſe doit être affermie, il faut faire enſorte que les Lentilles répondent au milieu du Plan. La Lampe étant allumée, on ferme la Caiſſe, & les Figures, peintes ſur le Verre, ſe trouvent repréſentées ſur le Plan. C'eſt en avançant ou en reculant le Tuyau garni de deux Lentilles qu'on parvient à rendre cette Repréſentation diſtincte.

Mais il eſt néceſſaire de donner une Explication plus détaillée des principales parties, qui entrent dans la conſtruction de cette Machine.

3433. TAB. CIX. Fig. 2. Ces parties ſont, le Miroir S S; la Flamme *l l* eſt compoſée des quatre Flammes, marquées par des Points dans la Ligne *l l*; V V eſt le Verre V de la Fig. 1.; O O l'Objet peint ſur le Verre plat & mince; *a a* la grande Lentille; *d d* la Lentille la moins convexe; *b b* l'Anneau de bois entre les Lentilles; *f* l'Ouverture de cet Anneau.

3434. Tout étant diſpoſé, comme nous venons de le dire, & comme on peut le voir dans la Figure; les Rayons, qui partent d'un des Points de la Figure O O, en traverſant la Lentille *a a*, deviennent moins divergens & arrivent à la Lentille *d d* comme s'ils venoient d'un Point plus éloigné *, après quoi ils ſortent convergens de cette Lentille *, & ſe réuniſſent ſur

* 3011.

* 3011.

ſur le Plan, où ils repréſentent un Point de la Figure peinte ſur le Verre *. Cette Figure eſt éclairée par les Rayons, qui partent de la Flamme *l l*, & par ceux que refléchit le Miroir S S. * 3058.

La Perfection de cette Machine exige; 1. Que la Figure O O ſoit éclairée autant qu'il eſt poſſible. 2. Qu'elle ſoit également éclairée dans tous ſes Points. 3. Que toute la Lumière qui éclaire les différens Points de la Figure, arrive au Plan à travers les Lentilles *a a* & *d d*, & ſerve à repréſenter l'Objet. 4. Enfin, qu'il ne ſorte de la Caiſſe aucune Lumière que celle là, toute autre Lumière empêchant que l'Objet ne ſoit repréſenté auſſi vivement. 3435.

La première condition dépend de la Grandeur de la Flamme & de celle du Miroir, auſſi bien que de la Cavité de ce dernier. Plus le Miroir eſt concave, plus il faut en approcher la Flamme, & plus auſſi eſt grand le nombre des Rayons interceptez & refléchis; cependant il faut prendre garde de ne pas trop échauffer le Miroir, qu'on peut faire de Verre. 3436.

Ces deux choſes, la Flamme & le Miroir étant données, pour éclairer la Figure repréſentée ſur le Verre, autant qu'il eſt poſſible, & par tout également, la diſpoſition de la Flamme & du Miroir doit être telle, que l'Image renverſée de la Flamme * tombe ſur cette Figure: or comme l'Image de la Flamme eſt ſuſceptible d'augmentation & de diminution *, il faut diſpoſer de telle ſorte le Miroir & la Flamme, que l'Image de cette dernière couvre toute la Figure peinte ſur le Verre, mais ne ſoit pas plus grande. Alors cette Figure eſt éclairée, le plus qu'il eſt poſſible, par la Lumière refléchie, & tous ſes Points ſont également illuminez; une Lumière, à peu près égale, tombe auſſi directement ſur tous les Points de la Figure; il y auroit moyen, à la vérité, d'augmenter cette Lumière, en approchant davantage la Flamme, mais on diminueroit la Lumière refléchie, & la perte, qu'on feroit par cette diminution, ſurpaſſeroit le gain qu'on auroit fait en rapprochant la Flamme de l'Objet repréſenté ſur le Verre. 3437. * 3311. * 3312.

Le Verre V V ſert à donner à la Lumière l'inflexion requiſe pour que la Figure O O ſoit éclairée. Par le moyen de cette 3438.

Inflexion toute la Lumière tombe sur la Lentille *a a*, & sert à la Représentation sur le Plan.

3439. Toute la Lumière, qui peut servir à cette Représentation traverse l'Ouverture *f*; & c'est en cet endroit que les Rayons, qui partent des différens Points de la Figure, peinte sur le Verre, s'entre-coupent; ce qui fait que la Figure, renversée sur le Verre, paroit droite sur le Plan. Les Rayons, qui ne servent pas à représenter l'Objet, sont interceptez par l'Anneau *b b*, de peur qu'ils n'entrent dans la Chambre, & ne rendent la Peinture moins vive. Ce même Anneau intercepte les Rayons, qui illumineroient davantage un Point que l'autre, & par ce moyen la Lumière, déja assez uniforme, comme nous l'avons dit, le devient davantage encore. Au reste, cet Anneau fait plus de mal que de bien, si l'Ouverture *f* n'est pas exactement dans l'endroit, où les Rayons s'entre-coupent.

2. EXPERIENCE.

3440. On peut avoir un Spectacle pareil à celui dont nous venons de parler, mais d'une manière plus commode & plus distincte, dans un Lieu obscur, en faisant ensorte que les Figures, représentées sur le Verre, soient éclairées par les Rayons du Soleil.

3441. TAB. CX. Fig. 1.2.3. On applique à une Fenètre la Pièce de bois N, qui sert à fermer une Ouverture pratiquée dans un des Volets. Ce bois est percé en Q, où l'on applique en dehors un Papier mince huilé.

On joint ensemble les deux Pieces N & M, dont la dernière est garnie du Tuyau T, de manière que l'Interstice, qu'il y a entre les Règles R P, R P, réponde aux fentes L I, L I, dans les Règles H G, H G; il n'y a qu'une L I de visible dans la Figure. Par ce moyen les Planchettes, où sont adaptez les Verres peints, peuvent glisser librement devant l'Ouverture Q. Le Tuyau T contient ce qui a été indiqué ci-dessus *, 3429. 3430. & est marqué dans la Fig. 3., qui représente la Section de toute cette Machine coupée par son Axe. Le Papier huilé est * 3433. C C, & le Verre peint O O; tout le reste a été expliqué *, & est désigné ici par les mêmes Lettres.

3442. Quand les Rayons du Soleil tombent sur le Papier, les Figu-

gures, vivement illuminées, ſont repréſentées ſur une Muraille blanche, ou ſur quelque autre Plan de cette Couleur, vis-à-vis de la Fenêtre, comme dans l'Expérience précédente *. * 3432.

Si l'on ôte le Papier, l'obliquité des Rayons empêche l'Expérience de réuſſir comme il faut.

LIVRE V.

Partie IV. De l'Opacité & des Couleurs.

CHAPITRE XIX.

De l'Opacité des Corps.

IL n'y a point de Corps, dont les plus petites parties ne ſoient tranſparentes; c'eſt ce qu'aucun de ceux, qui ſe ſont frequemment ſervis de Microſcopes, ne revoquera en doute: certaines parties Métalliques, qui, quoique très petites, ne laiſſent point paſſer la Lumière, deviennent cependant tranſparentes, lorſqu'elles ſont diſſoutes dans leurs Menſtrues, c'eſt-à-dire, lorſqu'elles ſont diviſées en parties beaucoup plus petites. 3443.

Les plus petites parties de tous les Corps, c'eſt-à-dire, celles qui ſéparent les plus petits Pores, ſont parfaitement ſolides; ce n'eſt point de ces ſortes de parties qu'il eſt ici queſtion; elles ſervent, les Pores, qui les ſéparent, reſtant les mêmes, à former d'autres parties plus grandes, qui ont auſſi de plus grands Pores, & ainſi de ſuite: les interſtices entre les parties croiſſant avec elles. Quand nous parlons des plus petites parties, nous déſignons ſimplement par là des parties d'une extrême petiteſſe, dont les Pores ne ſurpaſſent pas une certaine Grandeur; & par Pores nous entendons des Interſtices, qui ſéparent les parties en queſtion, & qui ſont plus grands que ceux des parties mêmes. 3444.

3445. Pour se convaincre que la Lumière peut traverser la plupart des Corps opaques, on n'a qu'à faire l'Expérience suivante, qui est très facile.

1. EXPERIENCE.

3446. Si dans une Chambre obscure, où la Lumière du Soleil entre par une Ouverture, on couvre cette Ouverture d'une Plaque de bois fort mince, la Lumière passera à travers; si l'on appliquoit à l'Ouverture une Main, elle n'intercepteroit pas entièrement la Lumière. Cependant cette Expérience ne prouve pas que dans les Corps opaques les parties sont transparentes, cette propriété n'ayant lieu qu'à l'égard des plus petites parties.

3447. *L'Opacité ne vient pas*, comme on le croit communément, *de ce que les routes, que la Lumière pourroit traverser, sont bouchées par des Particules de Matière*; car la Lumière passe par chacune des plus petites parties des Corps; & celle qui est interceptée ne contribue en rien à l'Opacité. Pour que l'Opacité ait lieu, il faut que la Lumière soit refléchie & détournée de la Ligne droite, & il suffit pour cela qu'elle passe d'un Milieu dans un autre *.

* 3247. 3260.

3448. Concevons un Corps composé de petites Particules, parfaitement transparentes, telles que sont toutes celles, qui entrent dans la composition des Corps *, & séparées l'une de l'autre par des Pores; concevons de plus ces Pores, ou vuides, ou remplis d'un Milieu, dont la vertu refringente soit différente de celle des Particules: si la Lumière entre dans un pareil Corps, elle tombera à chaque instant sur une Superficie qui sépare des Milieux dont la vertu refringente n'est pas la même; ainsi elle souffrira une infinité de divisions, étant chaque fois refléchie & rompue *, & sera dispersée par tout le Corps de façon à être entièrement interceptée. Que s'il en passoit quelque peu, ce ne seroit qu'après avoir fait un grand nombre de détours, & point en Ligne droite *.

* 3443.

* 3247. 3260.

* 3445.

3449. Il paroit donc que *l'Opacité vient des Pores; car en remplissant les Pores d'un Corps de quelque Milieu, dont la vertu refringente soit la même que celle des Particules de ce Corps*, la Lumière n'éprouvera, en traversant le Corps, ni Reflexion, ni Refraction, mais suivra son chemin en Ligne droite; & *le Corps sera transparent*.

2. EX-

2. Experience.

Le Papier, quand il eſt mouillé, devient plus tranſparent. La raiſon de ce Phénomène eſt qu'il y a moins de différence entre la vertu refringente des Particules d'Eau & de celles du Papier, qu'entre la vertu refringente de ces dernières & de celles de l'Air. L'Huile produit le même Effet. 3450.

3. Experience.

Si l'on prend un morceau de Verre, qui aît deux Pouces d'épaiſſeur, & qu'on applique l'une ſur l'autre pluſieurs Lames de la même ſorte de Verre, qui toutes enſemble ne ſoient pas épaiſſes de deux Pouces; ces Lames, quoique du dernier poli, ſeront, à cauſe de l'Air qu'il y a entr'elles, moins transparentes, que le morceau de Verre, dont toutes les parties tiennent enſemble. 3451.

4. Experience.

Pour faire cette Expérience, il faut appliquer l'une ſur l'autre trois Lames de Glace de Miroirs, dont les quatre Surfaces, par leſquelles elles ſe touchent, ſoient dépolies, & les deux cotez extérieurs polis. Ces Lames ſont alors opaques, & ſi l'on place ſous elles un morceau de Papier, ſur lequel il y aît quelques Lettres ou quelques Figures tracées, on ne les verra pas. Mais ſi l'on enduit les Surfaces dépolies d'Huile de Térébenthine, & qu'on réitère l'Expérience, on appercevra aſſez diſtinctement les Figures ou les Lettres tracées ſur le Papier. Cependant les Glaces ne ſont pas devenues tout-à-fait tranſparentes, l'Huile de Térébenthine n'ayant pas préciſément la même vertu refringente que le Verre. Quand la Lumière paſſe de cette Huile dans le Verre, les Sinus d'Incidence & de Refraction ſont à peu près, comme 60 à 59. 3452.

La 1re Expérience du Chapitre VI. de ce Livre fait voir plus diſtinctement de quelle manière des Corps opaques deviennent tranſparens *: l'Huile d'Olive ayant la même vertu refringente que le Borax. 3453. * 2845.

Ce que nous venons de dire touchant l'Opacité eſt confirmé par un grand nombre d'Expériences, dans leſquelles *la ſéparation des Parties*, ſans l'interpoſition d'aucun 3454.

Corps

Corps opaque, *rend opaques des Corps parfaitement transparens.*

5. EXPERIENCE.

3455. Si l'on agite un Liquide quelconque, parfaitement transparent, de manière qu'il se change en Ecume, il deviendra opaque, à cause des Interstices remplis d'Air.

6. EXPERIENCE.

3456. La Térébenthine & l'Eau sont des Corps transparens; cependant mêlées ensemble elles formeront un Corps opaque.

7. EXPERIENCE.

3457. La même Expérience peut se faire avec de l'Huile & de l'Eau.

8. EXPERIENCE.

3458. Le Verre le plus transparent devient opaque dès qu'il est réduit en poudre, & dans les endroits, où il est fêlé.

3459. Il paroit clairement par tous ces Exemples, que l'Opacité vient de ce que des Parties transparentes sont séparées par un Milieu, plus ou moins refringent que ces Parties; ce qu'on remarque aussi dans les Nuées, qui sont opaques, à cause que des Particules d'Air & d'Eau sont mêlées ensemble.

3460. En ajoutant à ce que nous venons de dire, ce qui sera démontré dans la suite au sujet des Couleurs de toutes sortes de Lames extrêmement minces, on aura de nouvelles Expériences, qui suffiroient seules pour prouver, que l'Opacité des Corps vient de ce qu'ils sont composez de Particules entourées d'un Milieu, dont la vertu refringente est différente de la leur.

3461. Quelques Corps opaques renvoyent une petite quantité de Lumière; le reste s'éteint dans ces Corps en s'y dispersant de tous cotez, à force de Reflexions & de Refractions: de

3462. ce genre sont *les Corps* noirs; s'il y en avoit de *parfaitement noirs*, ils *ne refléchiroient aucune Lumière*; car tout Corps, qui n'est éclairé d'aucune Lumière, & qui par cela même ne renvoye point de Rayons, paroit noir.

3463. Les autres Corps opaques paroissent teints de différentes Couleurs, ce qui a lieu aussi à l'égard de certains Corps transpa-

transparens, c'eſt en partie à rendre raiſon de ces Phénomènes que nous deſtinons le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE XX.

De la différente Refrangibilité des Rayons Solaires, & des Couleurs de ces Rayons.

QUoique les Corps ſoient éclairez par les mêmes Rayons de Lumière, ils ne laiſſent pas d'être ornez de différentes Couleurs. Outre cela il y a encore pluſieurs autres Phénomènes relatifs aux Couleurs, qui méritent d'être conſiderez.

Pour cet effet il eſt néceſſaire d'examiner ces trois choſes: 3464.
1. Les Rayons de Lumière, tels qu'ils nous viennent du Soleil.
2. Ces mêmes Rayons, dans le tems qu'ils ſont refléchis par les Corps. Enfin, les Superficies des Corps diverſement colorez.

Pour ce qui regarde *les Rayons*, la première de leurs Propriétez, dont nous ferons mention ici, eſt, qu'ils *ne ſouffrent pas tous la même Refraction, dans des circonſtances ſemblables.* 3465.

1. Definition.

On appelle Rayons de différente Refrangibilité les Rayons qui n'éprouvent pas la même Refraction, & plus refrangibles ceux dont la Refraction change davantage la Direction. 3466.

2. Definition.

On donne le nom d'Homogènes aux Rayons, qui ne diffèrent pas en Refrangibilité. 3467.

3. Definition.

Et celui d'Héterogènes à ceux, qui dans les mêmes circonſtances ſont rompus différemment par la Refraction. 3468.

Soit entre A B & C D un Rayon ſolaire, compoſé d'une infinité d'autres parallèles entr'eux; tous ces Rayons n'éprouvent pas la même Refraction; car s'ils tombent obliquement ſur la Superficie B D d'un Milieu plus refringent, les uns paſſeront entre B E & D G, & ſuivront dans le nouveau Milieu 3469. Tab. CX. Fig. 4.

la direction de ces Lignes; d'autres ſeront rompus davantage; & paſſant entre B F & D H, ſuivront dans leur Mouvement la direction de ces Lignes; enfin on ne ſçauroit concevoir aucune direction intermédiaire, qui ne ſoit pas ſuivie par quelques Rayons, dans tous les Points qu'il y a entre B & D: de ſorte qu'un Rayon, de quelque fineſſe qu'il ſoit, ſe trouve diviſé par la Refraction en un nombre innombrable
3470. d'autres; parce que *tout Rayon, tel qu'il vient du Soleil, quelque delié qu'il puiſſe être, eſt héterogène, & compoſé d'un nombre prodigieux de Rayons plus deliez, & refrangibles ſuivant tous les degrez de Refrangibilité.*

Les Rayons parallèles, qui tombent ſur la Surface plane B D, ſe meuvent par la Refraction entre B E & D H; ces Lignes ſont divergentes, & étant continuées s'éloignent de plus en plus l'une de l'autre; d'où il ſuit que ces Rayons s'écartent les uns des autres par la Refraction. Dans l'Ar-
3471. ticle 2859. auſſi bien que *dans toute la 2de partie de ce Livre, nous n'avons conſideré que les Rayons homogènes*; & il n'y a qu'un ſeul Article, dans lequel nous ayons indiqué
* 3222. la différente Refrangibilité des Rayons *. Au reſte, cette différence en fait de Refrangibilité eſt ſi petite, qu'on a pu la négliger juſqu'à preſent. D'ailleurs, l'ordre demandoit que nous examinaſſions d'abord, ce qui a lieu à l'égard des Rayons homogènes; & ceux, qui voudront s'en donner la peine, pourront facilement, dans les Propoſitions, où cela ſera néceſſaire, faire les changemens qu'exige la différente Refrangibilité des Rayons.

3472. Pour que cette différente Refrangibilité des Rayons paroiſſe d'une manière plus marquée, il faut augmenter la divergence, dont nous venons de parler, ce qui a lieu en faiſant tom-
* 3469. ber le faiſçeau de Rayons * ſur la Superficie E H, qui termine un Milieu plus refringent, & qui fait avec B D, Surface d'un Milieu moins refringent, un Angle quelconque, mais moindre pourtant que de quatre-vingt degrez, quand il s'agit d'un Verre. La Surface E H eſt inclinée vers B D de façon, que les Rayons, qui ont le plus de Refrangibilité, tombent ſur elle plus obliquement, que ceux qui ſont moins refrangibles; de ſorte que ceux-là, en paſſant dans un Milieu moins refringent, deviennent plus divergens par deux cauſes, qui

qui ſont, d'un coté, une plus grande Refrangibilité, & de l'autre, une plus grande inclinaiſon. Les Rayons, qui ont le moins de Refrangibilité entre B E & D G, rompus pour la ſeconde fois, continuent leur mouvement entre E I & G L; d'autres paſſent entre F M & H N; cela étant, ſi ces Rayons tombent ſur un Plan placé à la diſtance de quinze ou vingt Pieds, les Rayons qui ont le plus de Refrangibilité, & ceux qui en ont le moins, ſe trouvent ſenſiblement ſéparez les uns des autres, & tout l'eſpace entre deux eſt illuminé par les Rayons de moyenne Refrangibilité. Les Expériences, qui mettent ſous les yeux ce que nous venons de dire, ſe font avec un Priſme triangulaire, de Verre ou de Criſtal, par lequel on fait paſſer un Rayon perpendiculairement à l'Axe, & dont les cotez ſont deſignez par les Lignes B D, & E H.

Les Expériences, dont il eſt ici queſtion, demandent un 3473.
Lieu obſcur, où la Lumière entre par un petit trou, comme dans les Expériences du Chapitre III. de ce Livre. Quelquefois nous faiſons uſage de deux trous à la fois. Nous avons marqué ci-deſſus de quelle manière on devoit s'y prendre en ſe ſervant de l'Hélioſtate *, & nous avons indiqué auſſi le * 2705.
moyen de s'en paſſer *. C'eſt ce que nous allons expliquer à * 2735.
preſent plus diſtinctement.

On fait dans le volet d'une Fenêtre une Ouverture quar- 3474.
rée, dont chaque coté peut avoir quatre ou cinq Pouces, & TAB. CX.
qu'on ferme avec une Planchette comme T, mobile entre des Fig. 5.
Couliſſes, pour qu'on puiſſe changer de Planchettes au beſoin.

La Planchette, repréſentée ici, eſt garnie d'une Ouverture, dont le Diamètre eſt de trois quarts de Pouce, & eſt creuſée par derrière pour recevoir l'Objectif d'un Téleſcope de ſeize ou de vingt Pieds, quand il le faut. La Planchette T eſt auſſi creuſée par devant autant qu'il eſt néceſſaire pour y adapter une Plaque circulaire de cuivre L, mince, & percée d'un trou dans quelque autre endroit que le Centre, & qui réponde à un autre trou, pratiqué dans la Planchette. A cette Plaque eſt jointe une autre *m*, plus petite, concentrique, & mobile autour de ſon Centre. Cette dernière eſt garnie de divers trous inégaux, qui, par le mouvement de la Plaque *m*, ſe trouvent ſucceſſivement en *f*, de ſorte qu'on peut fai- 3475.

re entrer un Rayon de Lumière dans la Chambre par un trou plus grand ou plus petit, suivant qu'on le juge à propos.

3476. Quand on veut donner entrée à deux Rayons à la fois, il faut faire usage d'une autre Planchette, dont l'Ouverture circulaire soit plus grande, & garnie pareillement d'une Plaque de cuivre, qui doit pouvoir tourner dans l'Ouverture, afin de varier la situation des trous pratiquez dans la Plaque.

3477. TAB. CX. Fig. 6. On peut aussi se servir de la Méthode suivante. On ferme l'Ouverture quarrée dans le Volet de la Fenêtre, avec la Plaque de cuivre T, dont le coté postérieur, représenté en *t*, désigne la grandeur de l'Ouverture par les Lettres *a b d e*. Le Volet de la Fenêtre est creusé pour recevoir la Plaque T, qu'on affermit à l'aide des petits Loquets *h*, *h*, *h*. Cette Plaque est garnie au milieu d'un Trou *f*, & à ses Angles de quatre autres Trous *g*, *g*, *g*, *g*, dont les Diamètres sont de trois quarts de Pouce, mais qu'on peut rendre plus petits, ou même fermer entièrement à l'aide des petits Lames *m*, *n*, *n*, *n*, *n*, mobiles autour de leurs centres *c*, *c*, *c*, *c*, *c*.

3478. * 3475. Quand on se sert de l'Objectif dont il a été fait mention *, on l'affermit entre les Vis *i*, *i*, *i*.

3479. * 3249. Nous employons dans les Expériences suivantes des Prismes, mobiles sur leurs Axes *.

3480. TAB. CX. Fig. 7. Un pareil Prisme, comme A B, se met sur le Soutien S, & peut y être affermi à différentes hauteurs à l'aide de la Vis C.

3481. Le même Prisme peut aussi être placé verticalement : pour lui donner cette situation on fait entrer le bout B de l'Aissieu dans le Trou *b*, & le Bout C dans l'Entaille *a*, après quoi on l'affermit à Vis.

3482. TAB. CX. Fig. 7. 8. On fait entrer dans la rainure *d c* du Soutien S, & dans une rainure pareille du coté opposé la Planchette T, dont la face *t* est tournée vers le Prisme. Cette Planchette a deux Ouvertures D & E, qu'on ferme avec les Règles *d* & *e*, qui sont mobiles entre des Coulisses. Ces Règles sont percées chacune, l'une en *f*, & l'autre en *g*, d'un trou, dont le Diamètre excéde tant soit peu la huitième partie d'un Pouce. On a besoin quelquefois de deux & même de trois Soutiens ; mais il suffit à l'égard de ces autres Soutiens, qu'on puisse appli-

pliquer le Prisme à la hauteur marquée dans la Figure. Il suffit aussi d'avoir deux Soutiens garnis de Planchettes.

I. Experience.

On laisse entrer dans la Chambre un Rayon de Lumière, dont la direction soit telle, qu'il fasse avec l'Horizon un Angle d'environ quarante degrez. Le Diamètre du Trou, que ce Rayon traverse, excéde tant soit peu un quart de Pouce. Le Rayon passe par le Prisme P, placé sur le Soutien S *, qu'on peut hausser ou baisser à discretion avec la Table mobile M*, sur laquelle ce Soutien est posé. Il faut diriger le Rayon perpendiculairement à l'Axe du Prisme, qu'on dispose de façon, que le Rayon puisse passer de la manière, qui est représentée dans la Fig. 4. de la Planche CX; c'est-à-dire, de manière à être également incliné par rapport aux deux cotez du Prisme. 3483. Tab. CXI. Fig. 1. * 3480. * 2774.

Le Rayon tombe perpendiculairement sur le Papier blanc T, étendu sur un Quadre de bois, qu'on joint au Pied P, afin de pouvoir l'affermir à la hauteur qu'on juge nécessaire *. Comme le Rayon, en passant par le Prisme, se disperse, il forme une Image oblongue, qu'on ne sçauroit voir distinctement que quand le Papier est éloigné du Prisme de seize ou vingt Pieds. 3484. * 2775.

Pour donner au Prisme la situation requise, & déja indiquée, il faut tourner lentement le Prisme autour de son Axe, de sorte qu'on voye monter l'Image: en continuant à tourner la même Image descendra ensuite. Cela étant il faut affermir le Prisme, quand l'Image a atteint sa plus grande hauteur, & immédiatement avant qu'elle commence à descendre si l'on continue à tourner le Prisme. 3485.

La manière dont cette Image oblongue se forme, peut se déduire de ce que nous avons dit ci-dessus *; mais il est nécessaire d'expliquer la chose un peu plus en détail. * 3472.

Soit C un point du Plan, parallèle au Trou circulaire, par le Centre duquel passe un Rayon, parti du Centre du Soleil. Tous les Rayons, qui viennent des autres Points de la Superficie de cet Astre, coupent le premier Rayon au Centre du Trou, & forment sur le Plan l'Image *a b d*, dont le Diamètre, en éloignant le Plan de dix Pieds du Trou, excéderoit tant soit peu un Pouce, & qui croitroit en même raison que la distance. 3486. Tab. CXI. Fig. 2.

Les Rayons, qui traversent chaque Point du Trou, for-

ment une ſemblable Image; & les Centres de ces Images ſe trouvent dans un petit Cercle égal au Trou; car tous les Rayons, qui partent du Centre du Soleil peuvent être tenus pour parallèles. Ainſi toutes les Images forment enſemble l'Image A B D, qui devient plus foible vers les bords, & dont le Diamètre ſurpaſſe celui de l'Image *a b d* d'une quantité égale au Diamètre du Trou.

3487. TAB. CXI. Fig. 3. Comme dans la dernière Expérience les Rayons ont la même inclinaiſon à l'égard des Surfaces du Priſme, tant en entrant qu'en ſortant, s'ils étoient homogènes, ils changeroient tous également de direction, & ne formeroient qu'une ſemblable Image blanche ſur le Plan. Mais les Rayons, qui traverſent le Priſme, étant héterogènes, ceux qui ont le plus de Refrangibilité forment l'Image *a b d e*, qui eſt la plus baſſe dans l'Expérience; pendant que ceux, qui ont le moins de Refrangibilité, forment l'Image A B D E. Les Rayons de moyenne Refrangibilité, donnent des Images, qui rempliſſent l'eſpace entre deux, & dont les Centres occupent toute la Ligne C *c*. Toutes ces Images jointes enſemble forment l'Image oblongue, dont il a été parlé dans l'Expérience précédente, & s'il n'y avoit pas un nombre innombrable de pareilles Images, les cotez de l'Image oblongue ne ſeroient point terminez par des Lignes droites. Cependant les bords de cette Image ne ſont pas diſtincts, la même choſe ayant lieu à l'égard de chacune des Images particulières *. Pour ce qui eſt des extremitez A & *e*, la Lumière s'y affoiblit dans l'eſpace de tout un demi-Cercle, & ces bords de l'Image ſont très confus.

* 3486.

Il eſt facile néanmoins d'avoir une Image, dont les cotez paroiſſent diſtinctement.

2. EXPERIENCE.

3488. * 2706. 3475. 3478. On affermit dans l'Ouverture l'Objectif d'un Téleſcope *, & c'eſt la ſeule choſe en quoi cette Expérience diffère de la précédente. Par ce moyen, en plaçant un Papier blanc à une juſte diſtance, l'Image ſe trouve diſtinctement terminée.

3489. * 3060. Car ſi, après avoir ôté le Priſme, l'Image du Soleil tombe ſur le Papier, & qu'on éloigne le Papier de l'Objectif à la Diſtance requiſe, pour que cet Objectif raſſemble les Rayons parallèles, qui partent de tous les Points du Diſque du Soleil, on aura une Image de cet Aſtre exactement terminée *.

Quand

Quand les Rayons traverſent le Priſme, il ſe forme une Image oblongue compoſée d'un nombre prodigieux d'Images diſtinctemement terminées.

Ce que nous avons dit de la différente Refrangibilité dans le Verre *, a pareillement lieu dans d'autres Milieux. 3490. * 3484.

3. Experience.

La Boëte P eſt faite de trois Glaces, montées ſur un Fond de cuivre comme il a été dit *. Les Angles, que forment les Plans, ſont de 50, de 60, & de 70 Degrez. 3491. Tab. CXI. Fig. 4. * 2759.

On verſe dans cette Boëte quelque Fluide, comme de l'Eſprit de Vin, de l'Huile de Térebenthine, &c.; ce qui donne un Priſme triangulaire compoſé du Fluide qu'on a jugé à propos d'employer.

Il faut, comme dans les Expériences précédentes, faire entrer un Rayon ſolaire dans un Lieu obſcur, mais la direction doit en être horizontale. 3492.

Ce Rayon traverſe le Priſme, ou la Boëte dont il s'agit. Si cette dernière eſt vuide la Lumière paſſe directement; mais ſi elle contient quelque Fluide le Rayon change de direction, comme nous l'avons expliqué ci-deſſus *. * 3472.

On donne au Priſme la ſituation requiſe, pour que le Rayon ſoit également incliné par rapport aux deux cotez du Priſme par leſquels il paſſe *. Cela étant, ſi ce Rayon tombe ſur un Plan vertical, à la diſtance de ſeize ou vingt Pieds du Priſme, on aura une Image oblongue, comme dans les Expériences précédentes, mais horizontale, dont la longueur ſera différente, ſuivant l'Angle, que forment les Superficies que le Rayon traverſe, & ſuivant la Vertu refringente du Fluide contenu dans le Priſme. * 3485.

4. Experience.

Si le Spectateur, placé à la diſtance de ſeize ou vingt Pieds de la Fenêtre, regarde le Trou par lequel la Lumière paſſe dans la Chambre, ce Trou lui paroitra rond; mais il le verra oblong, s'il le regarde à travers un Priſme diſpoſé de façon, que les Rayons, qui entrent dans la Chambre, parviennent à ſon Oeil, après avoir éprouvé des Refractions pareilles à celles, que la Lumière ſouffre dans les Expériences, que nous venons de rapporter. On trouve la ſituation qu'il faut donner au Priſme, en le plaçant horizontalement, & en dirigeant 3493.

geant vers enhaut l'Angle, que forment deux cotez; on fait enſuite mouvoir le Priſme autour de ſon Axe, ce qui fait monter & deſcendre l'Image du Trou, & l'on arrête le Priſme dans la ſituation, qui repréſente le Trou auſſi bas qu'il eſt poſſible. On peut donner auſſi au Priſme une Situation directement contraire à celle que nous venons de marquer.

Cette Expérience prouve auſſi bien que les précédentes la différente Refrangibilité des Rayons: les Rayons homogènes, de quelque Refrangibilité qu'ils ſoient, faiſant paroître le Trou hors de ſon Lieu, mais toujours circulaire.

Les Rayons, qui éprouvent des Refractions différentes, entrent dans l'Oeil ſuivant différentes Directions, & y peignent différentes Images, qui forment enſemble l'Image oblongue qu'on voit réellement.

3494. Outre la différente Refrangibilité des Rayons, les Expériences démontrent encore une autre Différence remarquable entre les Rayons.

3495. *La différente Refrangibilité des Rayons eſt liée avec une différence de Couleur; & chaque Rayon, ſuivant qu'il eſt plus ou moins rompu par la Refraction, a ſa Couleur particulière.*

3496. On peut appliquer aux Couleurs ce que nous avons dit
* 2310. au ſujet des autres Senſations *; les Couleurs ſont des Perceptions, qui n'ont rien de commun avec les Rayons, qui les excitent: ainſi il eſt néceſſaire de définir ce que nous entendons par des Rayons colorez, & par des Objets colorez.

1. DEFINITION.

3497. *On dit qu'un Objet a la Couleur, dont l'Idée eſt excitée dans l'Ame par les Rayons que cet Objet refléchit.*

2. DEFINITION.

3498. *Les Rayons homogènes, qui en venant frapper la Rétine, excitent dans l'Ame l'Idée de quelque Couleur, s'appellent les Rayons de cette Couleur.*

3499. Quand nous diſons que les Rayons excitent une Idée, nous entendons par là, que ces Rayons agitent des Fibres, & que cette agitation étant donnée, une Idée s'offre à l'Ame.

3500. Nous appercevons immédiatement les Couleurs dans *l'Image oblongue du Soleil*; car cette Image *eſt teinte de différentes Couleurs.*

Les

Les Rayons rouges ſont ceux que la Refraction détourne le moins de leur chemin. Les autres Couleurs obſervent entr'elles l'Ordre ſuivant, l'Orangé, le Jaune, le Verd, le Bleu, l'Indigo & le Violet. Les Rayons de cette dernière Couleur ont le plus de Refrangibilité. 3501. TAB. CXI. Fig. 3.

L'Image oblongue du Soleil eſt formée, comme il a été dit, d'un nombre prodigieux d'Images rondes *: ſi l'on rend les Diamètres de ces Images plus petits, ce qui ſe fait en interceptant une partie des Rayons du Soleil, de ſorte qu'un petit nombre ſeulement de ceux qui viennent de la Superficie de cet Aſtre, traverſent le Priſme, on ne change point pour cela les Centres des Images particulières, qui forment l'Image oblongue; ainſi la longueur *c* C de cette Image, renfermée entre des Lignes parallèles, n'éprouve aucun changement; & cette longueur ſubſiſteroit en ſon entier, quand la largeur de l'Image ſeroit infiniment petite, de ſorte que cette longueur doit ſeule entrer en conſidération, quand il s'agit de déterminer les limites des Couleurs dans l'Image même. Ces limites ſont marquées dans la Figure par les Lettres *c*, *f*, *g*, *h*, *i*, *l*, *m*, C, & le nombre, qui eſt au-deſſous, déſigne l'eſpace occupé par chaque Couleur dans l'Image, en diviſant toute la longueur de cette dernière en 360. parties. 3502. * 3487.

Les Rayons, qui forment l'Image oblongue ſe ſéparent à la verité les uns des autres; mais pas tellement que pluſieurs des petites Images particulières & circulaires ne ſe confondent: auſſi ces Rayons *ne ſont* ils *nulle part parfaitement homogènes.* 3503.

Quand on diminue la Largeur de l'Image par la méthode que nous avons indiquée *, tous les Cercles deviennent plus petits, & le nombre de ceux qui ſe confondent, en eſt diminué; & ceux qui ſe confondent, différent moins en Refrangibilité; ainſi *les Rayons dans* toute *l'Image ſont plus homogènes, & les Couleurs plus parfaites*; mais auſſi plus foibles. 3504. * 3502.

Les Couleurs ſont auſſi plus parfaites dans l'Image, à proportion que le Trou, par où les Rayons paſſent, eſt plus petit; cependant comme le nombre des Images, qui ſe confondent *, diminue auſſi par tout, & que les Rayons n'ont pas la même Refrangibilité, l'Image eſt auſſi affoiblie. Ce que les 3505. * 3486. 3487.

Couleurs gagnent du coté de la perfection par cette Méthode eſt néanmoins peu de choſe; ainſi la première merite la préférence *.

* 3502.

3506. Que ſi l'on ſouhaite d'avoir des Couleurs plus vives & en même tems plus homogènes, on pourra avoir recours à l'Expérience ſuivante.

5. EXPERIENCE.

3507. TAB. CXII. Fig. 1. Il faut faire entrer des Rayons ſolaires dans une Chambre obſcure par un Trou, dont le Diamètre ſoit d'un huitième de Pouce. Il faut de plus que la direction de ces Rayons ſoit horizontale, & qu'ils tombent à la diſtance de huit Pieds du Trou ſur une Lentille convexe L, qui raſſemble des Rayons parallèles à une Diſtance de quatre Pieds; cela étant, ſi ces Rayons ſont reçus ſur un Papier blanc à une ſeconde diſtance de huit Pieds de la Lentille, ils formeront une Image préciſément de même grandeur que le Trou *.

* 3035. 3045.

3508. * 3481. * 3484. Que ſi les Rayons, après avoir traverſé la Lentille, ſont interceptez par le Priſme vertical P *, ils changeront de direction, feront diſperſez *, & formeront l'Image colorée R V; en tournant le Priſme autour de ſon Axe, on cherche la ſituation, dans laquelle les Rayons ſe détournent le moins de leur route, & l'on affermit le Priſme dans cette ſituation *.

* 3485. * 3484. Le Papier T* doit être placé de façon, que la Lumière vienne le rencontrer, perpendiculairement; & il faut l'éloigner juſqu'à ce que l'Image ſoit terminée de la manière la plus diſtincte.

3509. * 3507. Cette Image a très peu de largeur, n'étant compoſée que d'Images égales à celle que nous avons indiquée *; elle eſt vive; & comme les Images homogènes, qui ſe confondent, ſont en plus petit nombre, la Lumière eſt auſſi moins hétérogène que dans les Expériences précédentes.

3510. TAB. CXII. Fig. 2. Nous aurons une Image auſſi pure, mais plus large, en faiſant paſſer la Lumière par une Fente verticale, qui ait plus d'un Pouce de hauteur, & dont la largeur ſoit égale au Diamètre du Trou, qui a ſervi à faire l'Expérience. Si la Fente étoit plus étroite, la Lumière ſeroit par tout plus homogène dans l'Image, qui forme un Parallèlogramme, dont la largeur eſt égale à la hauteur de la Fente.

3511. Si cette Fente a la Figure d'un Triangle Iſoſcèle, dont la baſe

baſe ſoit très petite en comparaiſon de la hauteur, l'Image dans toute ſa longueur eſt plus vive vers le coté, où la Fente ſe retrécit, & plus foible de l'autre; mais à proportion que la Lumière eſt plus foible, elle eſt auſſi plus homogène.

La Démonſtration, donnée ci-deſſus *, *au ſujet de la raiſon conſtante qu'il y a entre les Sinus des Angles d'Incidence & de Refraction, eſt applicable à tous les Rayons homogènes*, ne devant pas être reſtreinte à tel ou tel degré de Refrangibilité; cependant cette raiſon varie ſuivant que la Refrangibilité eſt plus ou moins grande, comme il paroit par les Expériences rapportées dans ce Chapitre. 3512. * 2809.

Celles, que nous décrirons dans les trois Chapitres ſuivans, ne démontreront pas moins clairement, que *la Refrangibilité & la Couleur des différens Rayons ſont inaltérables*; c'eſt-à-dire, que ni Refractions, ni Reflexions, ni quelque mêlange que ce ſoit, n'y ſçauroient apporter le moindre changement. 3513.

CHAPITRE XXI.

Les Rayons ne changent point par la Refraction.

NOus allons démontrer à preſent par des Expériences, que *la différente Refrangibilité des Rayons, comme auſſi leur Couleur, ſont des qualitez inhérentes aux Rayons*, & qui ne dépendent aucunement du Milieu refringent. 3514.

Il paroitra par ces mêmes Expériences, que, *les Rayons, qui éprouvent dans un cas la plus grande Refraction, ſont le plus détournez de leur route dans une autre Refraction quelconque.* 3515.

I. Experience.

On fait paſſer à travers un Priſme, comme dans la 1re Expérience du Chapitre précedent, un Rayon de Lumière. Ce Rayon ſe partage en pluſieurs autres, qui formeroient une Image oblongue s'ils tomboient ſur un Papier blanc *; mais ils ſont interceptez par le Priſme vertical C D, placé à une Diſtance quelconque du premier. L'Expérience néanmoins 3516. TAB. CXII. Fig. 3. * 3484.

eſt plus marquée, à proportion que la Diſtance eſt plus petite.

Les Rayons ſont détournez de coté par ce Priſme, qu'il faut tourner ſur ſon Axe, juſqu'à ce que ces Rayons s'écartent de coté auſſi peu qu'il eſt poſſible. Le Priſme étant affermi dans cette Situation, les Rayons doivent être reçus perpendiculairement ſur un Papier blanc.

3517. Les Rayons ſont rompus de même par le ſecond Priſme que par le premier, ſans éprouver pourtant la même diſperſion, ce qui formeroit une Image quarrée; or cette Image eſt inclinée en R V, les Rayons en V s'écartant le plus de leur route, comme dans la Refraction par le premier Priſme.

3518. Il y a une autre ſorte de Refraction qui ne dépend pas des Rayons, mais du milieu qu'ils traverſent. Le Criſtal de roche & les Cailloux tranſparens (j'ignore s'il en faut excepter quelques uns) ont la merveilleuſe Propriété de ſéparer dans la Refraction tout Rayon homogène en deux: ſéparation, qui eſt non ſeulement différente en différens Corps, & dans les différentes Inclinaiſons des Rayons; mais auſſi dans le même Corps & avec la même Inclinaiſon, ſuivant la différente ſituation de la Superficie refringente, & celle du Rayon rompu, relativement au fil de la pierre; mais cette double Refraction, & cette ſéparation de la Lumière ne changent rien cependant ni à la Couleur, ni à la Refrangibilité.

2. EXPERIENCE.

3519. Un Priſme fait en Angleterre, d'un Caillou du Breſil (*Braſil-Pebble*) parfaitement tranſparent, & d'une très belle Eau, a ſervi à faire cette Expérience.

Ce Priſme eſt équiangle, & en m'en ſervant pour repeter la 1re Expérience du Chapitre précédent, au lieu du Priſme de Verre, après avoir placé ſon Axe dans une ſituation horizontale, j'ai eu occaſion d'obſerver trois Phénomènes différens, ſuivant que l'un des trois Angles étoit tourné en haut: la Refraction étoit toujours double, & l'on voyoit deux Images oblongues; mais qui n'étoient point ſéparées.

3520. Dans la première ſituation du Priſme, la partie ſupérieure de l'Image étoit teinte de rouge, & la partie inférieure de violet. Tout l'eſpace entre deux étoit occupé par les mêmes Couleurs que nous avons indiquées ci-deſſus, mais tellement mê-

mêlées qu'on pouvoit en inférer que deux Images, dont les Couleurs ne s'entre-repondoient pas, y étoient confondues enſemble.

Dans la ſeconde ſituation du Priſme, les Images s'entre- répondoient moins encore, & la Couleur rouge de l'Image ſupérieure étoit plus ſéparée, comme auſſi la Couleur violette, de l'Image inférieure: outre cela toute l'Image étoit plus longue. 3521.

Dans la troiſième ſituation du Priſme, l'Image entière a été fort allongée, & les deux Images ont été encore plus ſéparées, de ſorte que le rouge, l'orangé, & une partie du jaune de l'Image ſupérieure étoient au-deſſus de l'Image inférieure; ce qui faiſoit auſſi, que le violet & une partie de l'indigo de cette Image ſe ſéparoient; les Couleurs du reſte de l'Image entière étoient fort mêlées. 3522. TAB. CXII. Fig. 4.

En laiſſant le Priſme dans cette même ſituation, j'ai fait paſſer les Rayons, qui en ſortoient par un Priſme de Verre, placé verticalement, comme dans l'Expérience précédente *. Les deux Images ont été inclinées, & entièrement ſéparées l'une de l'autre par cette Refraction. 3523. * 3516.

Les Images étoient parallèles, & les Couleurs s'entre-répondoient dans des Lignes verticales de façon, qu'il paroiſſoit que la Couleur rouge de chaque Image avoit été detournée le moins de ſa route dans la ſeconde Refraction, & également pour chaque Image: pareillement la Couleur violette de l'une & l'autre Image avoit la même Refrangibilité, & la plus grande de toutes. 3524. TAB. CXII. Fig. 5.

Quoique ces Expériences prouvent ſuffiſamment, que la Refraction n'apporte aucun changement à la Couleur ni à la Refrangibilité, ce que nous confirmerons dans la ſuite par pluſieurs autres Expériences, je ne laiſſerai pas d'en ajouter ici encore une, qui a été ſouvent tentée inutilement, mais qui réuſſit toujours, pourvû qu'on prenne les précautions néceſſaires. 3525.

3. Expérience.

On fait paſſer un Rayon de Lumière par un Priſme, comme dans la première Expérience du Chapitre précedent *; mais le Trou, par où la Lumière entre, doit être plus grand, & avoir plus d'un demi-Pouce de Diamètre: la Lumière tom- 3526. TAB. CXIII. Fig. 1. * 3483.

be, en ſortant du Priſme, ſur la Superficie de la Planchette
* 3482. T*, qui intercepte tous les Rayons, à l'exception de ceux
* 3482. qui paſſent par le Trou *g* *. Ces derniers ne ſont pas encore ſéparez, à cauſe que le Trou eſt tout près du Priſme: cependant ils s'écartent les uns des autres, & l'Image oblongue R V vient tomber à la diſtance de dix ou douze Pieds
* 3482. ſur la Planchette, adaptée au Soutien du ſecond Priſme *: Soutien, qu'il faut diſpoſer de telle ſorte que le Trou g, qui répond à *g*, ſe trouve dans l'Image même, & que quelques Rayons, après avoir traverſé le Trou g, rencontrent un ſecond Priſme horizontal, qui, en les rompant, leur donne une direction vers en bas, ou vers en haut comme dans cette Figure, & les faſſe tomber ſur un Papier blanc en S. Si l'on fait tourner tant ſoit peu le premier Priſme autour de ſon Axe, on verra que les Rayons de toutes les Couleurs paſſent ſucceſſivement par le Trou g, & ſont rompus par le ſecond Priſme.

3527. Dans la nouvelle Refraction, cauſée par le ſecond Priſme, il n'y a aucune diſperſion de Rayons. L'Image S, quand on diſpoſe le Papier de façon, que la Lumière le rencontre perpendiculairement, eſt ronde, & d'une ſeule Couleur; ſçavoir de celle, qui paſſe par le Trou g; la Refrangibilité n'éprouve auſſi en ce cas aucun changement, & l'Image S change tellement de place, à meſure que les Couleurs s'entre-ſuivent, qu'on peut en inférer que les Rayons rouges éprouvent la moindre Refraction, & les Rayons violets la plus grande.

3528. On peut varier cette Expérience, & y employer des Priſmes verticaux; en ce cas, le Rayon, qui tombe ſur le premier Priſ-
* 3482. me, doit être horizontal, & il faut ſe ſervir des Trous *f* & f *, pratiquez dans de petites Règles, mobiles horizontalement.

3529. On peut auſſi, en laiſſant au premier Priſme ſa ſituation horizontale, après avoir fait paſſer la Lumière par le Trou *g*, diſpoſer le ſecond Priſme verticalement, ce qui détournera de coté la Lumière, qui traverſe le Trou f. Et l'Expérience réuſſit toujours de même.

3530. Nous faiſons paſſer la Lumière par deux Trous fort petits, pour que la Direction en ſoit bien déterminée, & ſoit la même pour tous les Rayons. C'eſt pourquoi il eſt néceſſaire que l'Ouverture, par laquelle la Lumière entre dans la Chambre, ſoit plus grande que dans les Expériences précédentes,

afin

afin que la Lumière, qui paſſe par *g*, ne ſoit pas trop foible.

Il faut ſe ſervir des petits Trous, qui ſe trouvent dans les Règles, mobiles perpendiculairement à la Direction de l'Axe du Priſme, afin que les Trous puiſſent répondre exactement aux Priſmes. 3531.

Comme cette Expérience ne réuſſit pas toujours de même, & que Mariotte, très expert d'ailleurs à faire toutes ſortes d'Expériences, aſſure, qu'après la ſeconde Refraction d'un Rayon quelconque, on apperçoit d'autres Couleurs; il ſera néceſſaire d'entrer dans quelque détail au ſujet des précautions qu'il eſt bon de prendre. 3532.

Si les Rayons de quelque Couleur que ce ſoit, ſe trouvent mêlez d'une petite quantité de Rayons d'autres Couleurs, la première Couleur n'en ſera pas ſenſiblement altérée; à cauſe qu'une Lumière vive empêche qu'une autre plus foible ne ſoit apperçue; cependant ſi des Rayons, qui paroiſſent homogènes à l'Oeil, traverſent un Priſme, ils ſe ſéparent, & les Couleurs deviennent alors ſenſibles: ainſi, à moins que les Rayons, qui tombent ſur le ſecond Priſme, ne ſoient homogènes, l'Expérience réuſſira comme Mariotte la décrit; mais qui ne voit qu'on ne ſçauroit rien conclurre d'une pareille Expérience, ſi, en prenant les précautions néceſſaires, le ſuccès en eſt tel que nous l'avons marqué ci-deſſus *? 3533. * 3527.

Les Priſmes dont on ſe ſert, & principalement le premier, doivent être d'un Verre extrêmement pur; ſans cela les Rayons ſont refléchis dans le Priſme même, & à la ſortie la Lumière héterogène ſe trouve mêlée par tout avec la Lumière homogène, ce qui fait manquer l'Expérience, lorſqu'on ſépare les Rayons par un ſecond Priſme. 3534.

Il faut prendre garde qu'aucune autre Lumière que celle du Rayon de l'Expérience n'entre dans la Chambre: l'Expérience ne pouvant bien réuſſir, dès que les Rayons, qui doivent former l'Image, ſe trouvent mêlez avec quelques autres. 3535.

Il faut prendre garde auſſi de ne pas faire l'Expérience par un tems couvert; car alors les Rayons, qui viennent directement du Soleil, ſe trouvent mêlez de pluſieurs autres, qui ſuivent différentes Directions: inconvénient, qui a principalement lieu, quand il y a dans le voiſinage du Soleil quelques Nuages, qui reflechiſſent une Lumière aſſez vive. 3536.

CHA-

CHAPITRE XXII.

Les Rayons n'éprouvent aucun changement de Couleur par la Reflexion.

3537. NOus allons prouver par des Expériences, que la Reflexion ne produit aucun changement de Couleur dans les Rayons.

I. EXPERIENCE.

3538. * 3484. 3500. Si l'on fait tomber ſucceſſivement les différentes Couleurs homogènes de l'Image oblongue du Soleil *, ſur les Surfaces de divers Corps, par Ex. ſur des Etoffes de différentes Couleurs, ſur des Corps peints, ou même ſur les Couleurs dont les Peintres ſe ſervent; on verra que les Rayons refléchis ont conſervé leur Couleur. Les Rayons rouges, par exemple, reſtent tels, ſoit qu'ils ſoient refléchis par un Corps rouge, ou par un Corps bleu; à la verité la Couleur eſt moins vive, quand la Couleur du Rayon & celle du Corps ſont différentes, mais elle reſte néanmoins la même.

SOUTIEN

Pour deux Priſmes.

3539. TAB. CXIV. Fig. 1. * 3249. Le Pied de bois P ſert de baſe à deux Montans, hauts environ de douze Pouces, qui ſoutiennent la Traverſe M M. On place ſur les petits Montans G, G, le Priſme A B *, mobile autour de ſon Axe, & qu'on peut affermir à Vis en *c*.

3540. * 3249. Le ſecond Priſme E F * eſt ſemblable au premier; on y joint l'Anſe H. Le bout *n* de l'Axe du Priſme paſſe par un trou pratiqué dans l'Anſe. On introduit l'autre bout *o* dans une fente, qui va obliquement vers en bas, & l'on affermit le Priſme par la Vis *m*. La Lame de cuivre L, qu'on peut hauſſer & baiſſer, & qui eſt retenue par la Vis *n*, ſert à ſoutenir l'Anſe avec le Priſme.

3541. L'Anſe H eſt attachée à la Lame L de façon, que le Priſme, en gardant ſa ſituation horizontale, puiſſe tourner avec l'Anſe autour d'une Ligne verticale, qui paſſeroit par *p*: &

la

la Vis I ſert à affermir cette Anſe. Nous appellerons ce dernier mouvement la converſion de l'Axe du Priſme ſupérieur.

2. Experience.

Nous donnons entrée à la Lumière dans une Chambre obſcure par deux trous *, comme nous l'avons fait par un ſeul dans la 1re Expérience du Chapitre XX. Le Rayon inférieur paſſe par le Priſme d'en bas, & forme une Image oblongue. Le Priſme ſupérieur eſt élevé ou abaiſſé par le mouvement de la Lame *l*, & affermi à la hauteur requiſe pour qu'il reçoive l'autre Rayon. Ceci nous donne une ſeconde Image, que, par la converſion de l'Axe du Priſme *, nous plaçons de telle ſorte que les Images ſe joignent de coté; alors, par le mouvement d'un des Priſmes autour de ſon Axe, nous abaiſſons une des Images au Point que ſa Couleur rouge réponde à la Couleur violette de l'autre Image. Après avoir ôté le Papier, qui couvre le Quadre de bois *, il faut donner à la partie ſupérieure L L du Quadre la ſituation requiſe, pour que la Couleur rouge R & la Couleur violette V, tombent juſtement au milieu de la Règle L L, qui eſt blanche en cet endroit; tout le reſte, tant de cette Règle, que du Quadre même & du Pied ſur lequel ce Quadre eſt placé, étant noir. 3542. TAB. CXIII. Fig. 2. * 2705. 3476. 3477. * 3541. * 2775.

Tout étant ainſi diſpoſé, ſi quelqu'un regarde les Taches colorées R & V, à la diſtance de ſeize ou vingt Pieds, en obſervant ce que nous avons indiqué ci-deſſus *, il verra la Tache violette en *v* & la Tache rouge en *r*, moins éloignée de ſa place; & les Rayons, quoique refléchis, n'auront éprouvé aucun changement de Couleur, ni de Refrangibilité. 3543. * 3493.

Les parties des Images, qui paſſent au-deſſus & au-deſſous de la Règle L L, doivent tomber ſur un Plan noir, pour que l'Expérience ſe faſſe plus diſtinctement. 3544.

L'Expérience réuſſit encore mieux, quand on a vis-à-vis du Priſme une autre Chambre obſcure, où les Rayons inutiles vont ſe perdre: ſi le Spectateur regarde alors les Taches un peu obliquement, aucune Lumière ſuperflue ne pourra être refléchie de ſon coté. 3545.

3. Experience.

La même Expérience a auſſi tout le ſuccès qu'on peut ſouhaiter, ſi l'on a deux Chambres, ſéparées ſeulement par une porte, & obſcures l'une & l'autre. En plaçant alors un Priſme 3546. TAB. CXIV. Fig. 2.

à la distance de seize ou vingt Pieds de la porte, les Rayons
* 3483. se séparent de façon à former une Image oblongue du Soleil *, laquelle va tomber dans l'autre Chambre, à la distance de trente & quelques Pieds du Prisme, sur un Papier en R V.

3547. Ce Papier T est parsemé de Lignes noires, parallèles entr'elles, & larges d'environ un seizième de Pouce. Ces Lignes sont illuminées par l'Image oblongue du Soleil, suivant la longueur de laquelle elles sont tracées. Il faut se servir outre cela d'une Lentille convexe, de cinq ou six Pouces de diamètre, pareille à celle dont nous avons déja eu occasion
* 3507. de faire usage *; que si cette Lentille ne se trouve pas assez convexe, on peut en employer une qui le soit davantage, & qui rassemble les Rayons rouges à une distance de six Pieds, quand ces Rayons partent à cette même distance d'un Point lumineux. Si la Lentille en question est placée à six Pieds de l'Image oblongue, les parties des Lignes, qui sont dans la Couleur rouge, sont aussi représentées distinctement dans la Couleur rouge par les Rayons, que la Lentille a rassemblez sur un autre Papier, aussi à la distance de six Pieds; il faut approcher le Papier d'environ trois Pouces & demi, pour que les parties des Lignes, illuminées d'Indigo, paroissent distinctement dans l'Image de la même Couleur. Les Couleurs intermédiaires donnent des Images à des distances intermédiaires aussi; pour ce qui est du violet, il est si foible que les Lignes n'y peuvent pas être représentées.

3548. Cette Expérience réussit aussi, quoiqu'il n'y ait point de seconde Chambre obscure; mais alors il faut, si l'on ne se sert point d'Héliostate, empêcher par un Rideau, ou par quelque autre moyen, que la Lumière extérieure, qui entre dans la Chambre par le trou avec le Rayon solaire, n'affoiblisse trop la Représentation des Lignes.

3549. Ainsi cette Expérience sert aussi à confirmer, que la Couleur des Rayons refléchis n'est point changée par une nouvelle Refraction en traversant une Lentille; comme aussi que les Rayons, qui ont le plus de Refrangibilité, changent plus de direction que les autres, en passant par la Lentille.

3550. La même Expérience démontre pareillement, que *la différente Refrangibilité des Rayons est cause que les Telescopes ne sont pas aussi parfaits qu'ils le seroient sans cela.* Car les Rayons,

Rayons, qui partent de divers Points également éloignez, ſont raſſemblez par une Lentille à différentes diſtances, ſuivant leur Couleur; d'où il ſuit que les Repréſentations des Points ſe trouvent auſſi à d'inégales diſtances de l'Oculaire, & par cela même ne ſçauroient être vues auſſi diſtinctement les unes que les autres.

Il faut obſerver au ſujet de la Reflexion des Rayons, que *les Rayons, qui ont une plus grande Refrangibilité, ſont plus facilement refléchis que d'autres*; car plus la Refraction des Rayons eſt grande, moins ils ont beſoin d'obliquité pour être tous refléchis *. 3551. * 3257.

Prismes

Avec des Soutiens, pour faire des Expériences ſur la Reflexion des Rayons.

Pour faire ces Expériences on a beſoin de deux Priſmes, A B, C D, égaux & ſemblables. Leurs Baſes ſont des Triangles Iſoſcèles rectangles; de ſorte qu'en appliquant l'une ſur l'autre les deux plus grandes Superficies, on a un Parallèlepipède, dont les Baſes ſont des Quarrez. On ajuſte dans les Chapes E, E, les Baſes des Priſmes ainſi joints & l'on affermit les Priſmes mêmes par le moyen des Vis *f*, *f*, *f*, *f*, qui ſerrent de petites Lames comme *g*, *g*, appliquées immédiatement au Verre, & pliées de façon, que les Vis n'endommagent pas le Verre, quoiqu'elles pénètrent à travers ces Lames, quand elles les ſerrent comme il faut. 3552. TAB. CXIV. Fig. 3.

Ces Priſmes, ainſi joints, peuvent tourner autour d'un Axe commun, à l'aide de deux Aiſſieux, comme *h*, qui tiennent aux Chapes. Pour cet effet nous plaçons les Priſmes ſur le Pied de bois S, & nous les retenons dans la ſituation, que nous jugeons à propos, par le moyen de la Vis *g*. 3553. TAB. CXIV. Fig. 4.

Il n'eſt beſoin quelquefois que d'un ſeul Priſme; en ce cas il faut remplir les Vuides, que les deux bouts de l'autre Priſme laiſſent dans les Chapes, avec des Triangles de bois, comme H (*Fig.* 3.); après quoi l'on place ce Priſme ſur le Pied, & on l'affermit, comme nous l'avons dit en parlant de deux Priſmes réunis. 3554.

Nous repréſentons ici les Priſmes dans une Situation horizontale, quoique la même Expérience puiſſe ſe faire auſſi avec 3555.

des Prismes verticaux. A l'égard de la Longueur de l'Aissieu *h*, elle doit être déterminée de telle sorte, que le coté *op* & le bout de l'Aissieu soient dans un même Plan perpendiculaire à l'Axe du Prisme.

4. EXPERIENCE.

3556. On fait entrer un Rayon solaire dans une Chambre obscure par un Trou, dont le Diamètre est d'un quart de Pouce.

TAB. CXVII. Fig. 1. Si la direction de ce Rayon n'est pas aussi commode qu'on le voudroit, on peut le faire refléchir par un Miroir, & lui donner une direction horizontale. En ce cas les Prismes doivent être disposez verticalement.

On ne se sert dans cette Expérience que d'un seul Prisme A B; & l'on fait tomber le Rayon sur une des petites faces de ce Prisme, de façon qu'il soit refléchi en partie par la plus grande face, & en partie transmis.

Cette dernière Lumière, tombant sur le Papier blanc *t*, y forme une Image colorée; on tourne alors le Prisme de manière, que les Rayons passent le long de la Superficie du Prisme; la Lumière refléchie est rompue par le Prisme P, & donne en T l'Image colorée R V.

3557. Si l'on continue à tourner lentement le Prisme de telle sorte, que l'obliquité des Rayons, qui tombent sur la face inférieure, aille en augmentant, les Rayons violets ne pourront plus être transmis, mais seront tous refléchis: puis la même chose arrivera à tous les Rayons indigo; ensuite aux Rayons bleus, & ainsi de même à tous les autres, suivant l'ordre où ils se trouvent dans l'Image *r v*, qui va en montant, pendant que la partie supérieure s'évanouit; la partie rouge, composée de Rayons, qui ont le moins de Refrangibilité, s'évanouit la dernière.

3558. Pendant que ceci arrive les Couleurs de l'Image R V changent, & l'on y voit successivement devenir plus vive celle des Couleurs qui s'évanouit dans l'autre Image.

CHA-

CHAPITRE XXIII.

Du Mélange des Couleurs, où l'on traite de la Blancheur.

NOus avons dit que la Refrangibilité & la Couleur des Rayons n'étoient point altérées par le mêlange des Rayons de différente Refrangibilité *; c'eſt ce que nous allons confirmer à preſent par des Expériences. 3559. * 3513.

1. Experience.

Cette Expérience ſe fait comme la ſeconde du Chapitre précédent; mais par la converſion de l'Axe du Priſme ſupérieur *, les deux Taches colorées ſe confondent, & n'en forment qu'une ſeule Couleur de Pourpre. Cependant les Couleurs paroiſſent ſéparées au Spectateur, qui regarde cette Tache à travers un Priſme, & le mêlange de ces Couleurs ne change rien, ni à leur Couleur ni à leur Refrangibilité. 3560. * 3541.

2. Experience.

Si l'Image oblongue & colorée, dont il a été parlé dans la première Expérience du Chapitre XX., tombe en R V ſur la Lentille convexe L *, plaçée à la diſtance de ſix Pieds du Priſme B B, les Rayons divergens deviendront convergens par la Refraction, & s'entre-couperont à ſix Pieds de la Lentille en A; ſi le Plan T eſt plus éloigné encore, les Rayons, devenus de nouveau divergens après l'interſection, y arrivent dans cet état de divergence, & y forment une ſeconde Image oblongue & colorée; mais, à cauſe de l'interſection en A, les Couleurs ſont rangées dans un Sens contraire, ſans que leur mêlange en A les aît le moins du Monde alterées. 3561. TAB. CXV. Fig. 1. * 3547.

3. Experience.

Tout demeurant comme dans l'Expérience précédente, ſi l'on intercepte avec du Papier noir quelques Rayons de l'Image R V, ce qui produit du changement dans le mêlange, qu'on peut varier à diſcrétion par ce moyen, les Couleurs du reſte des Rayons, ſéparez de nouveau, n'éprouveront aucun changement. 3562. TAB. CXV. Fig. 1.

3563. *Si des Rayons ſolaires*, tels qu'ils nous parviennent, *ſont*
* 3465. *tous refléchis par quelque Corps, ce Corps paroitra blanc*;
3495. or ces Rayons ne ſont qu'un aſſemblage de Rayons de diffé-
3564. rentes Couleurs *: d'où nous inférons que, *le mélange des différentes Couleurs forme la Blancheur*; car ſi les Couleurs, qu'on obſerve dans l'Image oblongue du Soleil, dont il a déja été plus d'une fois fait mention, ſont mêlées enſemble, dans cette même proportion, qui a lieu dans l'Image, on aura du blanc: ce qui prouve encore l'immutabilité des Rayons. Les Rayons, qui nous viennent directement du Soleil, paroiſſent blancs; en les décompoſant on découvre leurs Couleurs; mais leur Blancheur ſe rétablit, dès qu'on les mêle de nouveau.

4. EXPERIENCE.

3565. TAB. CXV. Fig. 2. Tout demeurant comme dans les deux Expériences précédentes, qu'on place le Plan T en A, préciſément dans l'endroit où tous les Rayons de l'Image RV ſe confondent, on aura du Blanc en A; ſi l'on intercepte avec un Papier noir la Couleur rouge de l'Image RV, le Blanc, qui étoit en A devient bleuâtre; au lieu qu'en interceptant les Rayons violets & bleus, le Blanc devient rougeâtre.

3566. Pour rendre l'Image blanche plus grande, il faut ſe ſervir de la Lentille indiquée dans la 5me Expérience du Chapitre XX., & la placer entre le Priſme & le Plan T, juſtement au milieu, c'eſt-à-dire, à huit Pieds de l'un & de l'autre.

5. EXPERIENCE.

3567. TAB. CXVI. Fig. 1. * 3491. Soient trois Priſmes triangulaires, BB, CC, DD, formez de Glaces *, & remplis d'Eau. Les Rayons ſolaires ſont rompus par le Priſme BB, comme dans la 3me Expérience du Chapitre XX., & l'Image oblongue du Soleil vient tomber à la diſtance de trois ou quatre Pieds ſur la face du Priſme CC, placée dans une ſituation parallèle à la face du Priſme BB, de laquelle les Rayons ſortent. Ces Rayons ſouffrent dans le ſecond Priſme une Refraction contraire à celle qu'ils avoient éprouvée dans le premier, à cauſe de la ſituation parallèle dont nous venons de faire mention, & parceque les Angles, que forment les Glaces, que les Rayons traverſent, ſont égaux entr'eux. Ainſi la première Refraction eſt détruite par la ſeconde, & les Rayons ſortent parallèles du Priſme CC en RV; car les Priſmes ſont diſpoſez de façon, que, ſi l'on approche le

le Prisme C C de l'autre, & que les faces parallèles se touchent mutuellement, la Lumière traverse un Milieu terminé par des Plans parallèles, les deux Prismes, joints ensemble, formant un Parallèlepipède, que la Lumière, quelle que soit sa Refrangibilité, traverse sans changement de direction *. On écarte l'un de l'autre les Prismes, afin que les Rayons hétérogènes se séparent, avant que de devenir parallèles de nouveau. Si ces Rayons colorez rencontrent un troisième Prisme D D, & sont rompus en y passant comme ils l'ont été en traversant le second Prisme, les Rayons, qui sortent en *r v*, deviennent convergens, à cause de l'inégalité des Refractions des Rayons de différentes Couleurs, & réunis forment une Image blanche en A; comme dans l'Expérience précedente.

* 2792.

6. Experience.

Soit R V l'Image oblongue & colorée du Soleil, comme dans la 1re Expérience du Chapitre XX. Soit de plus le Spectateur en S, éloigné du Plan T, autant que le Prisme, qui sépare les Rayons, l'est de ce même Plan; cela étant, s'il regarde à travers un autre Prisme, pareil au premier, l'Image R V, comme nous l'avons dit à l'égard du trou, par lequel la Lumière entre dans la Chambre, en décrivant la 4me Expérience du même Chapitre, il appercevra une Image ronde & blanche: la seconde Refraction détruisant tellement la première, que les Rayons entrent dans l'Oeil mêlez de nouveau.

3568. TAB. CXVI. Fig. 2.

7. Experience.

Tout étant disposé, comme dans la 4me Expérience de ce Chapitre, il faut placer un Prisme dans le Point A, où les Rayons, mêlez de nouveau, sont blancs. Ces Rayons éprouvent une Refraction, qui les fait aller vers en bas; mais il faut avoir soin que par la conversion du Prisme autour de son Axe, ce changement de direction soit aussi petit qu'il se pourra. Alors (car nous supposons les Prismes P & A semblables) la seconde Refraction détruit la première, & les Rayons sortent du second Prisme par *e f*, blancs & parallèles, tels qu'ils entroient dans le premier par *c d*; cela étant, si le Rayon blanc *e f*, reçoit une direction horizontale en traversant le troisième Prisme B, nous aurons une nouvelle Image oblongue *v r*, colorée comme celles dont nous avons déja plus d'une fois fait mention.

3569. TAB. CXVIII. Fig. 1.

8. Ex-

8. EXPERIENCE.

3570. Cette Expérience demande les mêmes préparatifs que la dernière du Chapitre précedent ; mais au Prisme AB doit être joint le second Prisme CD*, en mettant entre les Prismes, vers leurs bouts, de petits Cartons extrêmement minces.

TAB. CXVII. Fig 2.

* 3552. Les Rayons, qui traversent les deux Prismes, forment alors une Tache blanche *m*, telle que les Rayons refléchis en forment aussi une en M.

En tournant les Prismes autour de leur Axe commun, de sorte que les Rayons de toutes les Couleurs soient successivement refléchis, la Blancheur des deux Taches M, & *m* change, à cause du changement, qui arrive au mêlange des Rayons.

3571. Si, ôtant les Plans T, *t*, on mêt les Prismes en M & en *m*, afin de séparer les Couleurs, on remarquera dans les Images colorées les mêmes Phénomènes, que nous avons indiquez ci-dessus *.

* 3557. 3558.

3572. *Toutes les Couleurs, qu'on apperçoit dans l'Image oblongue du Soleil, ne sont pas nécessaires pour former le Blanc.* La Blancheur des Rayons solaires tire même un peu sur le jaune, & si l'on ôte une partie des Rayons jaunes du mêlange, le Blanc sera plus parfait. Pour produire cette dernière Couleur, il suffit de mêler ensemble, dans une juste Proportion, quatre ou cinq Couleurs.

3573. *Les Couleurs primitives*, c'est-à-dire, homogènes, *mêlées ensemble, forment une infinité de Couleurs, différentes des homogènes ou primitives.* On fait souvent une Couleur semblable à une des homogènes, par le mêlange de quelques autres ; & par le moyen du rouge, du jaune, & du bleu, on peut imiter toutes les autres Couleurs. Il ne faut pas cependant inférer de là, qu'il n'y a que trois Couleurs primitives, puisqu'on en découvre réellement sept. Outre cela, *quoique, on*

3574. *ne remarque aucune différence à l'Oeil entre une Couleur homogène, & une Couleur pareille, formée par le mêlange de quelques autres Couleurs, la différence ne laisse pas d'être très sensible à travers un Prisme.*

9. EXPERIENCE.

3575. Si l'on regarde à travers un Prisme de petits Objets, comme des Lettres tracées sur du Papier, des Moûches, & autres Corps semblables, & que ces Objets soient exposez à une Lu-

Lumière mêlangée, ils ne ſeront vus que d'une manière confuſe; au lieu qu'ils paroîtront terminez diſtinctement, à travers du même Priſme, s'ils ſont éclairez par des Rayons homogènes.

CHAPITRE XXIV.

De l'Arc en Ciel.

APrès avoir expliqué ce qui concerne les Rayons, qui éclairent les Corps, il faut, avant que d'aller plus loin, rendre raiſon d'un Phénomène trop remarquable & trop commun, pour que nous puiſſions le paſſer ſous ſilence. 3576.

Ce Phénomène, connu ſous le nom d'*Iris*, ou d'*Arc en Ciel*, paroit ſi frequemment, qu'il n'y a perſonne, qui n'ait eu plus d'une fois occaſion de l'obſerver; mais pour en faciliter l'Explication, il ſera néceſſaire de faire préceder quelques Eclairciſſemens.

Soit une Portion d'Eau entourée d'Air, & terminée par le Cercle B D F H. Que des Rayons homogènes & parallèles entr'eux viennent donner contre cette Eau. A B repréſente un de ces Rayons. Soit mené le demi-Diamètre C B, & prolongé enſuite juſqu'en N; cette Ligne ſera perpendiculaire à la Surface qui ſépare les Milieux; & A B N ſera l'Angle d'Incidence *, égal à l'Angle oppoſé au Sommet C B L *, dont le Sinus eſt la Ligne C L, menée du Centre perpendiculairement à B L; le Rayon eſt rompu en s'approchant de la Perpendiculaire *, & l'Angle de Refraction eſt C B M, dont le Sinus eſt C M, perpendiculaire à B D: pour chaque Rayon, comme A B, il y a la même raiſon entre les Lignes, comme C L & C M *. 3577. TAB. CXVIII. Fig. 2. * 2918. * 15. EL. I. * 2798. * 2809.

Une partie du Rayon B D pénètre dans l'Air ſuivant la direction D E, & l'autre partie, étant refléchie, ſuit le Chemin D F, & fait l'Angle de Reflexion C D F égal à l'Angle d'Incidence B D C *, ce qui prouve que B D eſt égale à D F. Le Rayon D F ſort auſſi en partie de l'Eau par F G, & eſt re- * 3247.

refléchi en partie par F H. En H il ſort de nouveau en partie ſuivant la direction H I, & eſt en partie refléchi : cette dernière Reflexion, auſſi bien que toutes les Reflexions & Refractions ſuivantes, n'entreront point en conſidération, la Lumière étant rendue extrêmement foible par tant de diviſions.

I. Experience.

3578. TAB. CXIX. Fig. 1. * 2794. 2795. * 2769. Nous laiſſons entrer un Rayon horizontal dans un lieu obſcur *, & interceptons ce Rayon avec une Planchette, dont la fente eſt horizontale *, & qui eſt repréſentée par la Ligne A B. Il ne faut laiſſer à la fente qu'une Ouverture fort petite, pour qu'il ne puiſſe y paſſer qu'un Rayon très mince. Le Cylindre V, d'un Verre net & mince, contient de l'Eau ; le Rayon B C rencontre obliquement cette Eau, & eſt rompu ſuivant la direction C D ; en D il eſt refléchi par D E, & ſort par D F. En E il eſt refléchi ſuivant la direction E G, & ainſi de ſuite. C'eſt en tâtonnant qu'on trouve la ſituation du Verre, & l'épaiſſeur du Rayon, pour que l'Expérience ſoit bien ſenſible ; auquel cas les Reflexions ſont en aſſez grand nombre pour s'étendre au de là de I. Mais le ſixième Rayon eſt à peine viſible, & ſouvent point du tout.

TAB. CXVIII. Fig. 2. Le Rayon F G, qui ſort de l'Eau après une Reflexion, fait avec le Rayon Incident A B l'Angle G P A, qui eſt différent pour les différens Rayons incidens ; Ainſi, les Rayons qui ſortent de l'Eau, s'écartent les uns des autres après une ſeule Reflexion, quoiqu'ils ayent été parallèles, comme on peut le voir dans la Figure.

TAB. CXVIII. Fig. 3. 3579. * 3272. 2793. Le Rayon E E, qui paſſe par le Centre, n'eſt détourné de ſon Chemin, ni par la Reflexion, ni par la Refraction *.

A meſure que des Rayons parallèles à E E s'éloignent de ce dernier, ils forment avec celle de leurs parties, qui ſort de l'Eau, après la Reflexion, & qu'on ſuppoſe auſſi prolongée, un Angle qui va toujours en augmentant. Par Exemple D D, qui ſort par *d d*, formeroit avec cette dernière Ligne un plus grand Angle, que les Rayons, qui ſeroient entre D D & E E, n'en feroient avec leurs Rayons reſpectifs, en ſortant d'un Milieu plus denſe, pour entrer dans un autre qui l'eſt moins.

3580. Il y a un Rayon comme B B, qui fait un Angle comme A P G

APG (*Fig.* 2.) le plus grand de tous. Au de là de BB, ces Angles vont en diminuant; c'eſt ainſi que AA s'en retourne par *aa*.

Cette Diſperſion des Rayons, qui reviennent, les rend plus foibles à meſure qu'ils s'éloignent de l'endroit où ils ont été rompus; & *la Couleur des Rayons qui ſortent n'eſt pas apperçue dans tout l'Eſpace qu'ils rempliſſent*; quoique la Couleur des Rayons incidens ſoit aſſez vive. *Elle n'eſt ſenſible* dans les Rayons qui reviennent, *que quand les Rayons voiſins ſont parallèles*, & que les autres Rayons adjacens ne ſont guères divergens, de ſorte qu'ils ſoient aſſez denſes, pour être ſenſibles à une diſtance conſidérable. *Ces Rayons ſeuls s'appellent efficaces*; & ils ſe trouvent dans l'endroit, où les Rayons voiſins incidens ſe réuniſſent par la Refraction dans le Point même, où ſe fait la Reflexion. 3581.

Soient AB, *a b*, des Rayons voiſins & parallèles, qui tombent ſur la Surface circulaire, qui termine l'Eau; ſi ces Rayons, rompus ſuivant BD, *b* D, ſe réuniſſent en D, Point de la Reflexion, refléchis ſuivant les directions D*f*, DF, ils formeront avec F*f*, des Angles égaux à ceux, que DB, D*b*, font avec B*b*, & par cela même les Rayons rompus FG, *fg*, ſeront parallèles * & efficaces *. Nous démontrerons dans le 1er des Scholies ſuivans comment, la raiſon entre le Sinus d'Incidence & celui de Refraction étant donnée, on peut déterminer l'Angle formé par le Rayon incident avec le Rayon efficace, qui revient, c'eſt-à-dire, l'Angle APG, qui eſt ici le plus grand de tous. 3582. TAB. CXVIII. Fig. 4. * 2790. * 3581.

Quand la raiſon entre les Sinus des Angles d'Incidence & de Refraction varie, l'Angle APG change auſſi & par cela même eſt différent, ſuivant la différente Refrangibilité des Rayons. 3583.

Si des Rayons héterogènes, tels que ſont ceux qui viennent du Soleil, *tombent ſur la Surface, dont nous venons de parler, les Rayons efficaces des différentes Couleurs, ne font pas des Angles égaux avec les Rayons incidens, & c'eſt par le moyen de cette Refraction que les Couleurs ſe ſéparent.* 3584.

2. Experience.

Cette Expérience ſe fait comme la précedente, mais nous y employons une autre Planchette *, parce qu'il n'eſt pas néceſſaire que le Rayon ſoit auſſi mince. On peut déterminer 3585. TAB. CXIX. Fig. 2. * 2768.

à discretion la hauteur du Rayon qui pénètre dans l'Eau ; & il est facile de trouver en tâtonnant la situation, qu'il faut donner au Verre, pour que les Rayons efficaces de toutes les Couleurs reviennent : les Rayons, qui traversent la Fente de la Planchette, suffisent pour donner toutes les Couleurs.

Si ces Rayons efficaces tombent à la distance de quatre ou cinq Pieds, sur un Papier blanc, les Couleurs paroîtront sé-
* 3501. parées, suivant l'ordre de leur Refrangibilité *; &, à cause de la Figure du Verre, les Couleurs formeront des bandes verticales.

3586. Si, en ôtant le Papier, les Rayons efficaces pénètrent dans l'Oeil du Spectateur S, placé à une plus grande distance, pour que les Couleurs soient plus séparées, le Spectateur verra la Couleur, dont les Rayons pénètrent dans son Oeil, & pourra par un petit mouvement de l'Oeil, appercevoir successivement toutes les Couleurs.

3587. Pour ce qui concerne les Rayons, qui sortent de l'Eau, après y avoir éprouvé une double Reflexion, ils seront effi-
TAB. CXIX. Fig. 3. caces, s'ils sont parallèles après la première Reflexion: car alors F H & *f b* sont inclinez de même par rapport à H *b*, que B D & *b d* le sont par rapport à B *b*; & par conséquent, en supposant les Rayons incidens A B, *a b* parallèles, les Rayons H I, *b i*, seront parallèles aussi en sortant, c'est-à-dire,
* 3581. efficaces *.

3588. Nous démontrerons aussi dans le second des Scholies suivans, comment on peut déterminer en ce cas l'Angle H P B, formé par le Rayon qui sort, & par le Rayon incident: cet Angle étant, dans le cas dont il s'agit, le plus petit de tous, & différent suivant la différente Refrangibilité des Rayons.

3589. Par conséquent aussi dans ce cas, *les Rayons efficaces, de différentes Couleurs, se séparent après une double Reflexion, en supposant que les Rayons incidens étoient parallèles.*

3. EXPERIENCE.

3590. Tout étant disposé comme dans l'Expérience précedente,
TAB. CXIX. Fig. 2. il faut changer la situation du Verre, où l'Eau est contenue, de sorte que les Rayons, après deux Reflexions efficaces dans le Verre, tombent sur le Papier ou dans l'Oeil, le Papier étant ôté.

Ce

Ce que nous venons de dire peut s'appliquer au Phénomène de *l'Arc en Ciel*, qui *demande des gouttes d'Eau ſuſpendues en l'Air; il faut de plus que le Spectateur, ayant le dos tourné au Soleil, ſoit entre cet Aſtre & les Gouttes d'Eau, & qu'il y ait derrière ces Gouttes un Nuage obſcur*, qui rende les Couleurs plus ſenſibles : ces Couleurs étant à peine apperçues, ſi une Lumière vive frappe les yeux dans ce même inſtant. 3591.

Tout ce que nous venons de dire étant ſuppoſé, concevons les différentes Gouttes coupées par des Plans, qui paſſent par les Centres des Gouttes, par le Soleil, & par l'Oeil du Spectateur, & ce qui a été expliqué ci-deſſus *, ſera applicable à chacune de ces Sections. 3592. * 3581. 3582. 3583. 3584. 3587. 3588. 3589.

Il eſt queſtion ici de Rayons qui paſſent de l'Air dans l'Eau. Pour les Rayons rouges, c'eſt-à-dire, pour ceux qui ont le moins de Refrangibilité, la raiſon entre le Sinus de l'Angle d'Incidence & celui de l'Angle de Refraction eſt comme 108 à 81. ou, ce qui revient au même, comme 4 à 3. Si l'on fait le Calcul avec ces nombres, l'Angle A P G ſera de 42. Deg. 2′; mais s'il s'agit de Rayons violets, la raiſon des Sinus ſera comme 109 à 81; nombres qui donnent au même Angle A P G 40 Deg. 17′. 3593. TAB. CXVIII. Fig. 4.

Si l'on fait le Calcul pour l'Angle A P I, & que les Rayons ſoient rouges, l'Angle ſera de 50 Deg. 57′; ſi les Rayons ſont violets, le même Angle eſt de 54 Deg. 7′. comme nous le prouverons dans les Scholies. 3594. TAB. CXIX. Fig. 3.

Soient des Gouttes d'Eau répandues dans l'Air, & illuminées par des Rayons ſolaires, parallèles entr'eux & à la Ligne O F, qui paſſe par l'Oeil du Spectateur. Soient menées les Lignes *e* O, E O, *b* O, B O; & ſoient les Angles *e* O F de 40 Deg. 17′; E O F de 42 Deg. 2′; *b* O F de 50 Deg. 57′; B O F de 54 Deg. 7′: ces mêmes Lignes forment avec les Rayons incidens *d e*, D E, A B, *a b*, des Angles reſpectivement égaux à ceux que nous venons d'indiquer; c'eſt pour quoi, ſi l'on conçoit des Gouttes placées en *e*, E, B, *b*, les Rayons violets efficaces, après une ſeule Reflexion dans la Goutte *e*, entrent dans l'Oeil; & les Rayons rouges efficaces entrent de même dans l'Oeil, en venant de la Goutte E; on verra auſſi, après une ſeule reflexion, les autres Couleurs inter- 3595. TAB. CXX. Fig. 1.

mediaires placées entre *e* & E, dans l'Ordre indiqué ci-deſ-
* 3501. ſus *.

3596. Après deux Reflexions dans la Goutte, les Rayons efficaces rouges entrent de la Goutte B dans l'Oeil, de même que les violets efficaces y viennent de la Goutte *b*; les Couleurs intermédiaires paroiſſent entre ces Gouttes, de la même manière qu'entre E & *e*, mais dans un ſens oppoſé; & ces Couleurs ſont plus foibles à cauſe de la double Reflexion.

3597. Concevons la Ligne O *e* tournant autour de la Ligne O F fixe, ſans que l'Angle *e* O F éprouve de changement & formant la Superficie d'un Cone; dans quelque ſituation que ce ſoit, la Ligne *e* O fera avec les Rayons ſolaires, parallèles entr'eux & à la Ligne O F, un Angle de 40 Deg. 17'. Par
3598. conſéquent, *ſi des Gouttes ſont répandues* le long d'une partie de la Surface de ce Cone, ſoit à la même diſtance ou à des diſtances différentes, *l'Oeil verra un Arc* violet: nous diſons la même choſe des autres Couleurs; & par conſéquent, des Gouttes ſuſpendues en l'Air, étant données, le Spectateur voit un Arc de la largeur *e* E, *teint de Couleurs homo-*
* 3501. *gènes*, telles que nous les avons indiquées ci-deſſus *, & rangées dans le même ordre que dans les Expériences, faites avec des Priſmes; à cauſe que les Rayons héterogènes ſe ſé-
* 3472. 3584. parent dans les Gouttes, de même que dans le Priſme *.

3599. Un raiſonnement tout pareil démontre, que *le premier Arc eſt entouré d'un autre plus large, dans lequel, on voit les mêmes Couleurs, mais dans un Sens contraire, & plus foibles.*

4. EXPERIENCE.

3600. S'il y a un Drap noir ſuſpendu, & expoſé aux Rayons du Soleil; & qu'il y ait entre deux un Spectateur, qui regarde ce Drap, dans le tems qu'on fait tomber entre lui & ce Drap une eſpèce de Pluye, qui ſe forme en petites Gouttes, il verra un Arc en Ciel, du moins celui que nous avons repréſenté intérieur à l'autre.

SCHO-

SCHOLIE I.

Calcul du premier Arc en Ciel.

EN ſuppoſant ce qui a été expliqué dans l'Article 3582., il faut démontrer la manière de déterminer la grandeur de l'Angle APG, que les Rayons incidens font avec les Rayons efficaces qui reviennent, la raiſon entre les Angles d'Incidence & de Refraction étant donnée. Soit cette raiſon celle de I à R. Ainſi, ayant mené C *m* perpendiculaire à *b* D, & l'Arc *mn* du Centre C à l'Intervalle C*m*, nous aurons, 3601. TAB. CXVIII. Fig. 4.

I, R :: CL, CM :: C*l*, C*m* :: CL — C*l* = L*l*, CM — C*m* = M*n*. 3602.

Soit menée B *o* perpendiculaire à BL; comme auſſi B *p* perpendiculaire à BM; qu'outre cela *bp* faſſe avec B*p* un Angle droit; enfin ſoient menées les Lignes BC, & M*m*. 3603.

Les Triangles B*bo*, BCL, ſont équiangles; étant rectangles, & ayant les Angles *o*B*b*, & CBL égaux, chacun d'eux ne différant d'un Angle droit, que d'une même quantité, ſçavoir l'Angle *o*BC.

On peut prouver de même, que les Triangles BMC & B*bp*, ſont équiangles, & par conſéquent ſemblables *; au dernier de ces Triangles eſt auſſi ſemblable le Triangle M*mn*, rectangle en *n*; car les cotez M*n*, B*p*, perpendiculaires à la Ligne BD, ſont parallèles, comme auſſi M*m* & B*b*, les Lignes BD, *b*D, étant coupées en deux parties égales aux Points M & *m* *. D'où il ſuit que B*b* eſt double de M*m*, & B*p* double de M*n*. Par conſéquent *4. EL. VI. *3. EL. III.

BL, BC :: B*o*, B*b*.
BC, BM :: B*b*, B*p*.

donc par égalité des raiſons

BL, BM :: B*o* = L*l*, B*p*, = 2M*n* :: I, 2R :: CL, 2CM, 3604.

en comparant ces Proportions avec celle de l'Article 3602.

Les Quarrez des Quantitez proportionelles étant proportionels auſſi *, nous aurons *alternando*. 3605. * 22. EL. VI.

BL^q, CL^q :: BM^q, $4CM^q$.

Ainſi *convertendo* & *invertendo*.

$BL^q + CL^q = BC^q$ *, BL^q :: $BM^q + 4CM^q = BC^q + 3CM^q$, BM^q = $BC^q - CM^q = BI^q + LC^q - CM^q$. *47. EL. I.

En retranchant le premier & le ſecond Terme du troiſième & du quatrième, ce qui ne change rien à la proportion, nous avons

BC^q, BL^q :: $3CM^q$, $LC^q - CM^q$ :: $3R^q$, $I^q - R^q$; 3606.

car

* 3602. car il y a entre C M & L C la même raiſon qu'entre R & I*.

Or comme la raiſon entre R & I eſt donnée, on connoit auſſi la raiſon qu'il y a entre le demi-Diamètre B C, & la Ligne B L, qui eſt le Sinus de l'Angle B C L, Angle, qui par cela même eſt connu; ainſi nous connoiſſons l'Arc B N, & l'Arc F H, qui lui eſt égal.

3607. Quand il s'agit de Rayons rouges, I eſt à R, comme 4 à 3. Donc

$$27\ 7 :: BC\ (\overline{100000}^{2}),\ BL^{2}.$$

Ce qui fait BL=50916: nombre, qui exprime la valeur du Sinus d'un Angle de 30°. 37′. Ainſi les Arcs B N & F H valent chacun 61°. 14′.

3608. Le Sinus B L étant donné, on a auſſi B M, Sinus de l'Angle B C M, parce que

* 3604. I(4), 2 R(6) :: BL(50916), BM=76374=Sinus d'un Angle de 49°. 48′*; on trouve par ce moyen la valeur de l'Arc B D, qui eſt égal à D F, chacun d'eux valant 99°. 36′.

3609. Ayant mené T C D P, l'Arc B T eſt de 80°, 24′; & D N de 38°. 22′.

* 20. EL. III. La meſure de l'Angle B D T eſt la moitié de l'Arc B T*, de même la meſure de l'Angle N B D eſt la moitié de l'Arc N D: l'Angle T P B eſt

* 32. EL. I. égal à la différence de ces Angles*, & a pour meſure la moitié de la différence entre les Arcs B T & D N; & cette différence entière 80°. 24′. —38°. 22′.=42°. 2′. eſt la meſure de l'Angle entier A P G, comme nous

* 3593. l'avons dit ci-deſſus*.

Quand la raiſon entre I & R varie, l'Angle A P G change, & le changement, qu'il éprouve eſt différent, ſuivant la différente Refrangibi-

* 3583. lité des Rayons, comme nous l'avons dit*.

3610. Pour les Rayons violets I eſt à R, comme 109 à 81; & ſi l'on fait le calcul avec ces nombres, on trouve l'Arc B N de 62°. 39′; & B D de 101°. 11′; comme auſſi D N de 38°. 32′; & enfin B T de 78°. 49′. Donc la meſure de l'Angle A P G, qui eſt égale à la différence entre B T & D N eſt de 40°. 17′. comme nous l'avons auſſi remarqué ci-

* 3593. deſſus*.

SCHOLIE II.

Calcul du ſecond Arc en Ciel.

3611. NOus avons vû que des Rayons, qui reviennent, après deux Refle-

TAB. CXIX. Fig. 3. xions dans la Goutte, ſont efficaces, pourvû qu'après la première Reflexion ils ſoient parallèles, comme D F, *d f**. En ce cas *d* D eſt la

* 3587. moitié de la différence entre les Arcs D F & *d f*, ou D B & *d b*; cette différence eſt B *b* — D *d*; ſi donc l'on retranche D *d* de B *b*, il reſtera le double de l'Arc D *d*, dont B *b* eſt triple par conſéquent.

* 35. EL. III. Le Rectangle de D E par E B eſt égal au Rectangle de *d* E par E *b**;

* 16. EL. VI. Par conſéquent D E, E *d* :: *b* E, E B*,

& en ſuppoſant l'Arc B *b* ſi petit qu'on puiſſe le conſiderer comme une Li-

Ligne droite, les Triangles B*b*E, D*d*E, ſeront ſemblables *. *6.El.VI.

Donc DE à E*b*, ou EB::D*d*, à B*b*, c'eſt-à-dire, comme 1 à 3. 3612.
Ainſi MD eſt diviſée en deux parties égales en E; & ME eſt la troiſième partie de EB, de même que *m*E l'eſt de E*b*.

Si preſentement, comme dans la Figure 4. de la Planche CXVIII, on fait 3613.
les Triangles B*ob*, B*pb* & M*mn*, M*m* ſera le tiers de B*b*, & B*p* ſera triple de M*n*; cela étant, ſi, en faiſant les changemens néceſſaires, on applique à cette Figure ce qui a été démontré au ſujet de l'autre *, on aura, * 3601.

I, R::CL, CM::L*l*, M*n* *. * 3602.

BL, BM::L*l*, B*p*=3M*n*::I, 3R::CL, 3CM*. 3614.

D'où, par un raiſonnement pareil à celui que nous avons fait *, nous * 3604. * 3605.
inférons que

BC^q, BL^q:: $8R^q$, $I^q - R^q$.

Par le moyen de cette Proportion, comme il a été dit au ſujet de la 3615.
Figure 4. de la Planche CXVIII *, on trouve la valeur de l'Arc BN, * 3609.
égal à HG; & parce qu'en ce cas, comme nous l'avons vu,

BL, BM::I, 3R *, * 3614.

on trouve auſſi la valeur de l'Arc BD, auquel, à cauſe de l'égalité entre les Angles de Reflexion & d'Incidence *, ſont égaux les Arcs DF * 3271.
& FH.

Il eſt facile à preſent de trouver la valeur des Arcs NDT & B*t*, 3616.
dont la différence, comme on peut l'inférer de ce qui a été démontré *, * 3609.
eſt la meſure de l'Angle HPB, fait par le Rayon qui ſort, & par le Rayon incident. Cet Angle eſt en ce cas le plus petit de tous les Angles pareils, & varie ſuivant la différente Refrangibilité des Rayons.

Soit comme ci-deſſus * I à R, comme 4 à 3, & nous aurons 72, 3617.
7::BC^q, BL^q, & par cela même BL ſera le Sinus d'un Arc de 18°. * 3607.
10′½, & l'Arc BN comprendra 36°. 21′.

Nous avons auſſi 4, 9, ::BL, BM, & nous trouvons que cette dernière Ligne eſt le Sinus d'un Arc de 44°. 33′. Un Arc triple de ce dernier donnera pour BDT, 133°. 39′; en retranchant l'Arc BN reſtera pour NT, 97°. 18′. Otant BDT de deux droits, on a B*t*=46°. 21′, & la meſure de l'Angle cherché API=GPN ſera 97°. 18′ — 46°. 21′ =50°. 57′ comme nous l'avons dit *. * 3594.

La Démonſtration, que nous venons de donner, regarde les Rayons 3618.
rouges. Quand il eſt queſtion des Rayons violets, I eſt à R, comme 109 à 81. Si l'on fait le calcul avec ces nombres BN ſera 37°. 8′; BDT, 135°. 37′; NT, 98° 29′½; BT, 44°. 22′½, d'où nous inférons que la grandeur de l'Angle cherché API eſt 54°. 7′. comme nous l'avons dit *. * 3594.

CHAPITRE XXV.

Des Couleurs des Lames minces.

3619. AVant que de paſſer aux Couleurs des Corps, nous croyons devoir examiner les Lames minces. Quiconque a conſideré avec attention quelques unes de ces Bouteilles de ſavon, que font les Enfans, ou un Verre mince, y aura obſervé diverſes Couleurs, qui doivent leur origine à une merveilleuſe Propriété des Lames minces.

Les Rayons de Lumière ſe ſéparent par le moyen d'une
3620. Lame mince & tranſparente, & *ſuivant la différente épaiſſeur de la Lame, les Rayons de certaines Couleurs ſont tranſmis, pendant que ceux des autres Couleurs ſont refléchis; & la même Lame paroit d'un autre Couleur, ſuivant qu'on la voit à l'aide des Rayons tranſmis, ou des Rayons refléchis.*

I. EXPERIENCE.

3621. TAB. CXX. Fig. 2. Si l'on poſe l'un ſur l'autre les Objectifs A B & C D, qui ſervent à de grands Teleſcopes, & qu'on les preſſe l'un contre l'autre, on appercevra au Point du contact des deux Verres une Tache tranſparente, entourée d'Anneaux colorez. Pour bien faire cette Expérience, nous plaçons les Objectifs ſur les trois Pieds *p*, *p*, *p*, garnis de Drap, & nous ſerrons ces Verres par le moyen de quelques vis, après avoir mis entre deux de petites Plaques auſſi garnies de Drap, de telle ſorte que la Tache, dont nous venons de parler, ſoit au Centre des Verres. On peut voir le Pied ſeparément en P, & la Plaque en L. Si la Lumière, refléchie par l'Air, qui eſt entre les Objectifs, parvient à l'Oeil en O, la Tache tranſparente paroit noire; & les Couleurs rangées dans l'Ordre, que nous allons marquer, en s'éloignant du Centre ſont les ſuivantes.

3622. LE NOIR, le bleu, le blanc, le jaune, le rouge: le VIOLET,

LET, le bleu, le verd, le jaune, le rouge: le POURPRE, le bleu, le verd, le jaune, le rouge: le VERD, le rouge. D'autres Couleurs environnent celles que nous venons d'indiquer, mais ſont plus foibles à meſure qu'elles s'éloignent du Centre.

2. EXPERIENCE.

Si la Lumière parvient à l'Oeil à travers les Verres & la Lame d'Air qui eſt entr'eux, la Tache paroit Blanche, & les Couleurs ſont, en s'éloignant du Centre, rangées dans l'Ordre ſuivant, qui eſt oppoſé au précedent. 3623.

Le BLANC, le rouge tirant ſur le jaune, le noir, le violet, le bleu: le BLANC, le jaune, le rouge, le violet, le bleu: le VERD, le jaune, le rouge, le verd bleuâtre: le ROUGE, le verd bleuâtre: Couleurs, qui ſont auſſi entourées d'autres Couleurs plus foibles. 3624.

Il eſt facile d'appercevoir les Suites des Couleurs dans ces deux Expériences, en n'employant que des Objectifs de Téleſcopes de trente Pieds; mais les Couleurs de chaque Suite ſont aſſez difficiles à diſtinguer, à moins qu'on ne ſe ſerve de Verres de Téleſcopes de deux cens Pieds, ou plus grands; au defaut de ces ſortes de Verres, on peut, pour diſtinguer les Couleurs en queſtion, avoir recours à la Méthode ſuivante. 3625.

3. EXPERIENCE.

On joint enſemble deux Priſmes rectangulaires *, comme il a été dit, ſans mettre de Papiers entre deux, comme dans l'Expérience de l'Art. 3570. Les ſurfaces des Priſmes ne ſont jamais ſi parfaitement planes, qu'appliquées l'une contre l'autre elles ſe touchent dans tous leurs points; au contraire, il n'y a de contact immédiat que dans un ſeul endroit, où les Rayons refléchis font paroitre une Tache noire. 3626. * 3552.

Les Priſmes doivent être comprimez par des Vis fortement & de telle ſorte, que la Tache ſe trouve au milieu des ſurfaces appliquées l'une à l'autre; alors cette Tache ſera entourée d'Anneaux oblongs, & plus larges vers les extrémitez de leurs plus grands Axes qu'ailleurs. C'eſt dans ces endroits plus larges qu'on peut diſtinguer les Couleurs.

Si les Anneaux ſont formez par des Rayons tranſmis, nous retrouverons les mêmes Phénomènes que dans la penultième 3627.

* 3623. Expérience *; & les Couleurs ſeront plus ſeparées.

3628. Ces Couleurs ne dépendent pas de quelque propriété particulière de l'Air. Tout le Monde ſçait que des Lames extrèmement minces, de Verre ou d'Eau, ſont colorées: pour voir ces Couleurs très diſtinctement dans de l'Eau, on peut faire uſage de la Méthode que voici.

4. EXPERIENCE.

3629. Les Bouteilles de Savon, que font les Enfans, ſont des Lames d'Eau extrèmement minces. Il faut appliquer une Lame de Verre à un Plan noir, & placer ſur cette Lame une de ces Bouteilles de Savon de telle ſorte, qu'elle aît la figure d'un Demi-Globe. On couvre cette Bouteille d'un petit Recipient de Verre, extrèmement tranſparent. Cette Précaution eſt neceſſaire, pour que le mouvement de l'Eau, cauſé par l'agitation de l'Air, ne confonde pas les Couleurs. Comme l'Eau deſcend continuellement de tous cotez, le haut de cette Bouteille eſt plus mince que le bas, & par la même raiſon l'épaiſſeur du tout diminue continuellement. Avant que la Bouteille crève, la partie ſupérieure en devient ſi mince, qu'elle laiſſe paſſer les Rayons de toutes les Couleurs & paroit noire. Si en ce cas l'Oeil reçoit la Lumière refléchie par la Bouteille, éclairée par la reflexion d'un Ciel blanchâtre, & qu'on intercepte la Lumière extérieure en plaçant un Corps noir quelconque au delà de la Bouteille, on verra la Tache noire, dont nous venons de parler, entourée des mêmes Anneaux colorez, & diſpoſez dans le même Ordre qu'autour de la Tache noire de la première Expérience. A meſure que l'Eau deſcend, les Anneaux colorez ſe dilatent, juſqu'à ce que la Bouteille crève. Il faut prendre garde auſſi, que les Objets extérieurs ne paroiſſent pas dans la Bouteille, comme dans un Miroir; ces ſortes d'Images interrompant les Anneaux.

5. EXPERIENCE.

3630. Si le bord inférieur de la Bouteille, vû par des Rayons refléchis, paroit rouge; vû par des Rayons tranſmis il paroitra bleu; & en général les Couleurs produites par des Rayons tranſmis, & par d'autres refléchis, ſont auſſi oppoſées aux Couleurs de l'Expérience précédente, que les Couleurs des deux premières Expériences le ſont entr'elles.

3631. Il ſuit de ces Expériences, comparées entr'elles, qu'*en augmen-*

mentant l'épaiſſeur de la Lame, qui doit toujours reſter très mince, on en change la Couleur, & que *les Changemens ſont ſucceſſivement les mêmes, & dans le même Ordre, ſoit que le milieu, dont la Lame eſt faite, aît une plus grande ou une moindre vertu refringente*; car dans une Lame d'Air entre des Verres, & une Lame d'Eau dans une Bouteille de Savon, dont les Epaiſſeurs augmentent en s'éloignant du Point du milieu, les Couleurs ſont rangées dans le même Ordre.

Cependant *dans une Lame, dont la vertu refringente eſt plus grande, il faut une moindre Epaiſſeur pour avoir la même Couleur, que dans une Lame, dont la vertu refringente ſeroit plus petite.* 3632.

6. Experience.

Les mêmes choſes étant ſuppoſées que dans la 1re & la 3me Exp. de ce Chapitre; ſi l'on introduit, d'un des cotez, un peu d'Eau entre les bords des Verres, cette Eau pénétrera inſenſiblement entre deux; & l'on appercevra dans l'Eau les mêmes Anneaux colorez que dans la Lame d'Air, & rangez dans le même Ordre, mais les Cercles ſont plus petits: quand l'Eau eſt parvenue au Centre, toutes les Portions de Cercles dans l'Eau ſe ſeparent des Portions de Cercles dans l'Air, & ſont réduites en un plus petit Eſpace. 3633.

La Couleur d'une Lame dépend de ſon Epaiſſeur, & de ſa Force refringente, & point du Milieu, dont elle eſt environnée. 3634.

7. Experience.

Si l'on a une Lame de Verre, ou d'une Pierre ſpéculaire, aſſez mince pour qu'elle paroiſſe colorée, & qu'on la mouïlle, c'eſt-à-dire, ſi la Lame eſt entourée d'Eau au lieu d'Air, les Couleurs n'en ſeront point changées. 3635.

La Couleur d'une Lame eſt d'autant plus vive, que ſa Vertu refringente diffère d'avantage de la Vertu refringente du Milieu qui l'environne. 3636.

C'eſt ce qui paroit par les Expériences que nous venons de décrire, les Couleurs de la Lame mouillée étant plus foibles, que celles de la même Lame environnée d'Air. Les Couleurs ſont auſſi moins vives dans une Lame d'Eau, entourée d'un Verre, que ſi cette même Lame étoit entourée d'Air, l'Eau 3637.

& le Verre différant moins en Vertu refringente, que l'Air & l'Eau.

3638. *Si les Milieux différent également en Vertu refringente, les Couleurs ſeront plus vives, quand le Milieu le plus refringent ſe trouvera environné par l'autre:* car dans une Lame de Verre aſſez mince, pour être colorée & entourée d'Air, * 3621. les Couleurs ſont plus vives, que dans l'Expérience *, où une Lame d'Air a été entourée de Verre.

3639. *Une Lame de même matière, & environnée d'un même Milieu, refléchit, à proportion qu'elle eſt plus mince, une plus* 3640. *grande quantité de Lumière.* Cependant *elle n'en renvoye plus du tout, en devenant trop mince.*

3641. L'une & l'autre de ces Propoſitions ſont démontrées par les Expériences précédentes; dans leſquelles les plus petits Cercles colorez, qui ſont en même tems les plus minces, renvoyent la Lumière mieux que les autres; au lieu qu'au Centre, qui eſt l'endroit le plus mince de la Lame, on n'apperçoit preſque aucune Reflexion, comme cela paroit clairement dans la 4me Expérience: dans les trois premières, il y a auſſi une Lame d'Air, extrêmement mince, qui ne renvoye point de Lumière; car la Tache tranſparente ſurpaſſe en grandeur les ſurfaces, qui ſe touchent immédiatement, par l'introceſſion de leurs parties.

3642. *Si l'on a des Lames d'un même Milieu, dont les Epaiſſeurs forment la Progreſſion Arithmétique* des Nombres naturels 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. &c. *Si la plus mince de toutes refléchit des Rayons homogènes quelconques, la ſeconde les tranſmettra*, la troiſième les refléchira, &, *alternativement, les Rayons ſeront refléchis, & puis tranſmis:* c'eſt-à-dire, que des Lames, dont les Epaiſſeurs, dans la Progreſſion indiquée, répondent aux Nombres impairs 1. 3. 5. 7. &c. refléchiſſent les Rayons, qui ſont tranſmis par les autres Lames, dont les Epaiſſeurs répondent aux Nombres pairs 2. 4. 6. 8.

3643. Cette propriété des Lames minces a lieu à l'égard des Rayons homogènes quelconques, avec cette diſtinction qu'il faut des Epaiſſeurs différentes pour différentes Couleurs, comme * 3631. nous l'avons dit ci-deſſus *; l'Epaiſſeur, requiſe pour refléchir les Rayons violets, eſt la moindre de toutes; & celle, qu'il faut pour refléchir les Rayons rouges, la plus grande: les Epaiſ-

paiſſeurs intermédiaires ſervent à refléchir les Rayons de Refrangibilité intermédiaire, c'eſt-à-dire, qu'*à meſure que la Refrangibilité d'un Rayon augmente, la Lame, qui le reflechit, doit être plus mince.* 3644.

8. Experience.

Cette Expérience ſe fait dans un Lieu obſcur, où l'Image oblongue du Soleil eſt repréſentée ſur un Papier *. Soient comme dans l'Art. 3621., deux Objectifs de grands Téleſcopes, preſſez l'un contre l'autre, mais pas trop fort de peur de cauſer quelque introceſſion de parties. Après avoir mis ces Verres ſur une Table, il faut placer l'Oeil de façon, que les Rayons, qui partent de l'Image, y entrent, étant reflèchis un peu obliquement par les Verres; afin de voir ſucceſſivement, comme dans un Miroir, toutes les Couleurs de l'Image; c'eſt-à-dire, qu'il faut que les Verres ſoient ſucceſſivement illuminez par les différens Rayons homogènes; ce qu'il y a moyen de faire, en tournant le Priſme tant ſoit peu autour de ſon Axe, afin de ſéparer les Rayons dans l'Image oblongue. Les Anneaux, dont il a été parlé dans la première Expérience, paroiſſent, mais en plus grand nombre, & ſeulement d'une Couleur, à cauſe de l'immutabilité de la Couleur dans les Rayons homogènes *; les Rayons ſont tranſmis dans les Interſtices, que ces Anneaux laiſſent entr'eux, comme il paroit par la Couleur noire de ces Interſtices. On peut démontrer la même choſe d'une manière plus directe, en faiſant tomber les Rayons ſur les Verres: ceux de ces Rayons, qui traverſent les Interſtices des Anneaux, forment des Cercles de même Couleur ſur un Papier, placé derrière les Verres. Les Anneaux ſont les plus petits de tous, quand ils ſont violets, & vont ſucceſſivement, en ſe dilatant dans l'Ordre, que les Couleurs obſervent, juſqu'au rouge, qui eſt le plus grand de tous. La même Expérience peut ſe faire auſſi avec des Priſmes *; mais il faut des Verres Sphériques, quoique très peu convexes, pour ce qui ſuit. 3645. * 3484. * 3513. * 3626.

Si, les Verres & l'Oeil reſtant fixes, on meſure exactement dans les Anneaux, de Couleur quelconque, les Diamètres des Cercles, dont on peut concevoir les circonférences, comme paſſant par le milieu de la largeur de chaque Anneau, les Quarrez de ces Diamètres ſeront entr'eux comme les Nombres impairs 3646.

pairs 1. 3. 5. &c. & en mesurant de même les Diamètres des Cercles, au milieu des Interstices, qui séparent les Anneaux, leurs Quarrez seront comme les Nombres pairs 2. 4. 6. &c. Or comme il s'agit de Verres Sphériques, les Quarrez des Diamètres sont comme l'Epaisseur de la Lame d'Air dans les Cercles mêmes; c'est-à-dire, que ces Epaisseurs sont comme les Nombres pairs & impairs.

DEFINITION.

3647. *On appelle Couleur homogène du premier Ordre, dans une Lame d'un Milieu quelconque, lorsque cette Lame est la plus mince de toutes celles, qui réfléchissent une pareille Couleur; dans une Lame, dont l'Epaisseur est triple, la même Couleur s'appelle du second Ordre*, &c.

3648. *La Couleur du premier Ordre est la plus vive de toutes;*
* 3639. *& moins vive successivement dans les Ordres suivans* *.

3649. Quand une Lame d'Air placée entre des Objectifs, ou quelque autre Lame pareille d'une autre matière, est éclairée par des Rayons hétérogènes, comme dans l'Art. 3629., plusieurs des Anneaux de l'Expérience de l'Art. 3645., se confondent, & la Couleur, qu'on voit, est le résultat du mêlange de ces

3650. Anneaux; car *la même Epaisseur de Lame est souvent requise, pour réfléchir diverses Couleurs de différens Ordres:* c'est ainsi qu'une Lame, qui renvoye le violet du troisième Ordre, réfléchit aussi le rouge du second Ordre, comme en y faisant bien attention, on peut le déduire de la dernière Expérience; & de là vient aussi que dans les Art. 3622. 3629. le troisième Anneau violet est confondu avec la partie extérieure du second Anneau rouge, ce qui donne une Couleur pourpre; cependant toute la Couleur rouge du second Ordre n'est pas absorbée, l'Anneau rouge surpassant en largeur l'Anneau violet.

3651. *Plus l'Epaisseur d'une Lame augmente, plus cette Lame réfléchit de Couleurs différentes*, de différens Ordres. La Lame violette du dixième Ordre, répond à la Lame bleue du neuvième Ordre, & à la jaune du huitième Ordre, & enfin à la Lame rouge du septième Ordre; & la Couleur de cette Lame est composée du mêlange de ces différentes Couleurs.

3652. *Si* dans la 1re & dans la 4me Exper. de ce Chapitre, *un Spec-ta-*

Etateur regarde obliquement une Lame, tant celle d'Air que celle d'Eau, les Anneaux paroiſſent dilatez de plus en plus, à meſure que l'obliquité de l'Oeil eſt plus grande, c'eſt-à-dire, que par ce mouvement de l'Oeil, *la Couleur de la Lame change* dans un endroit déterminé; cependant la plus grande dilatation eſt celle de l'Art. 3621.; ce qui prouve que *l'Obliquité des Rayons change davantage la Couleur, quand la Lame eſt environnée par un Milieu plus refringent* qu'elle, *que quand elle l'eſt par un autre Milieu, moins refringent.* 3653.

La démonſtration de cette Propoſition eſt facile à déduire des Loix de la Refraction. Soient L & *l* des Lames minces; que la dernière ſoit environnée d'un Milieu plus refringent qu'elle: & l'autre d'un Milieu, dont la vertu refringente ſoit moindre que la ſienne, & qu'elles ayent la même Epaiſſeur. Si les Rayons A B, *a b*, tombent ſur ces Lames, avec le même dégré d'inclinaiſon, la Refraction ſe fera en L vers la Perpendiculaire *; au contraire le Rayon ſera rompu en *l* en s'écartant de la Perpendiculaire *; & quoique B C & *b c* ſoient égales, *b d* eſt plus grande que B D; ce qui fait voir, que le mouvement de la Lumière a éprouvé un plus grand changement dans la Lame *l* que dans L. 3654. TAB. CXX. Fig. 3. * 2787. * 2840. * 2788. 2840.

Si la vertu refringente de la Lame L *eſt augmentée, & qu'elle reſte environnée d'un Milieu moins refringent*, la différence entre B C & B D deviendra moins grande, & par cela même *le changement de Couleur ſera moindre*; que *ſi la vertu refringente de la Lame continue à croitre* au point, que les Rayons rompus, qu'elle que ſoit l'Obliquité du Rayon incident, ne différent pas ſenſiblement entr'eux, *il n'y aura point de différence ſenſible dans la Couleur de la Lame, en quelque ſituation que l'Oeil ſoit placé.* 3655. 3656.

Il ſuit de ce que nous venons de dire, que *la Couleur de quelques Lames varie avec la ſituation de l'Oeil, au lieu que la Couleur de quelques autres Lames reſte conſtamment la même.* 3657.

CHAPITRE XXVI.

Des Couleurs des Corps naturels.

3658. APrès ce qui vient d'être expliqué, il eſt facile de ſe former une idée des différentes Couleurs des Corps.

Pour cet effet, il faut examiner d'abord les Rayons refléchis, & enſuite la conſtitution des Superficies.

Nous avons vû, que les Rayons de Lumière avoient leurs Couleurs particulières & immuables, de ſorte la Reflexion n'y apportoit aucun changement *. * 3537.

3659. Par conſequent *les Rayons, refléchis par les Corps, ont une plus grande ou une moindre Refrangibilité, ſuivant la Refrangibilité, plus grande ou moindre, qui appartient à la Couleur du Corps.*

1. EXPERIENCE.

3660. On applique au milieu d'un Papier noir deux Bandes quarrées de Drap ou d'Etoffe de Soye, de la grandeur d'environ deux Pouces. Une de ces Bandes eſt rouge, & l'autre bleue. On les place l'une à coté de l'autre de façon qu'elles ſe touchent; & le Papier noir doit être ſitué de telle ſorte, que les Bandes ſoient bien éclairées par la Lumière qui entre par la Fenètre: ſi quelqu'un regarde ces Bandes à travers un Priſme, il verra les Couleurs ſéparées.

TAB. CXXI. Fig. I. Cette Expérience réuſſit mieux encore, quand on la fait comme la 2de Exp. du Chap. XXII. On applique alors les Bandes en queſtion à la Règle LL; on pourroit auſſi, au lieu de ces Bandes, peindre ſur le Papier deux Taches des mêmes Couleurs, pourvû qu'on ſe ſervit de Couleurs aſſez vives. Ces Taches ſont éclairées de la Lumière refléchie par un Miroir; tout le reſte a été indiqué dans l'Expérience *, & le ſuccès eſt préciſement le même *. * 3545. * 3543.

2. EXPERIENCE.

3661. Cette Expérience ſe fait de la même manière que la troiſiè-

sième du Chap. XXII.; mais au lieu de Lignes noires, nous nous servons d'un Fil de Soye noire, que nous faisons passer autour de la Règle L L de façon, qu'il y a réellement des Lignes noires tracées sur des Surfaces colorées. Ces Lignes sont éclairées de la Lumière refléchie par le Miroir; au lieu que dans l'Exp. en question c'est l'Image colorée du Soleil qui éclaire les Lignes. Les Taches sont représentées, sur le Papier *t*, comme dans la même Expérience, qui a, outre cela, encore un autre trait de conformité avec celle-ci, sçavoir, que le Papier blanc doit être rapproché pour avoir exactement la Représentation de la Tache bleue. On trouve sans peine l'endroit où les Représentations sont exactes, les Fils paroissant alors distinctement. TAB. CXXI. Fig. 2.

On peut déduire non seulement des Expériences précédentes considérées en général, mais aussi directement de la 1re Expérience du Chap. XXII., que *les Couleurs des Corps sont différentes, à cause que différens Rayons sont refléchis par des Corps diversement colorez, & que le Corps paroit être de la Couleur, qui naît du mêlange des Rayons refléchis.* Cette Proposition est une conséquence immédiate de l'Expérience, que nous venons d'indiquer, puisqu'on y voit que les Corps naturels renvoyent les Rayons de toutes les Couleurs; mais les uns en plus grand nombre que les autres. Ceux, dont le nombre est le plus grand, sont les seuls sensibles, quand les Corps sont éclairez d'une Lumière hétérogène *. 3662.

* 3538.

Les Rayons, qui ne sont point refléchis par un Corps, pénètrent dans ce Corps & y éprouvent un nombre prodigieux de Reflexions & de Refractions *, jusqu'à ce qu'ils s'attachent enfin aux Particules du Corps même *. Par consequent *un Corps s'échauffe d'autant plus vite qu'il refléchit moins de Lumière* *. Et *un Corps blanc*, qui refléchit presque tous les Rayons, qui l'éclairent *, *s'echauffe le plus lentement de tous; pendant qu'un Corps noir*, dans lequel presque tous les Rayons pénètrent, le nombre de ceux qu'il renvoye etant très petit *, *s'échauffe plus vite que tous les autres.* 3663. * 3448. * 2397. 3664. * 2421. 3665. * 3563. * 3462.

Pour déterminer la constitution des Superficies des Corps, requise pour avoir telle ou telle Couleur, il faut faire at- 3666.

tention aux petites Particules, dont ces Superficies ſont for-
* 3443. mées. Les Particules, dont il s'agit, ſont tranſparentes *, &
ſéparées les unes des autres par un Milieu, dont la Vertu
* 3448. refringente eſt différente de la leur *; elles ſont auſſi fort
minces, ſans quoi la Superficie ſeroit comme couverte d'un
* 3449. Corps tranſparent *, & la Couleur dépendroit des Particu-
les, qui ſeroient immédiatement au deſſous de celles dont
nous parlons.

3667. Ainſi il y a dans toute Superficie d'un Corps coloré un nombre prodigieux de Lames très petites & très minces. Que ſi l'on ſuppoſe ces Lames plus petites encore, pourvû qu'elles conſervent leur Epaiſſeur, elles ne ſouffriront aucun changement quant à la proprieté de refléchir la Lumiere; car relativement aux Rayons de Lumière, la plus petite Lame eſt extrêmement grande.

3668. Cela étant on peut appliquer à ces Lames dans les Superficies des Corps ce qui a été démontré dans le Chapitre précédent. D'où nous tirons les conſequences ſuivantes.

3669. *La Couleur d'un Corps dépend de l'Epaiſſeur, & de la Vertu refringente des Parties, qui ſont ſéparées l'une de l'autre par des Pores dans la Superficie du Corps* *.
* 3634.

3670. *Plus les Parties ſont minces, plus la Couleur eſt vive &*
* 3648. 3651. *homogène* *.

3671. *Toutes choſes égales, les Parties en queſtion ont le plus d'Epaiſſeur, quand le Corps eſt rouge; & le moins d'Epaiſ-*
* 3643. *ſeur, quand le Corps eſt violet* *.

3672. *Les Parties des Corps ont une Vertu refringente beaucoup*
* 3653. *plus grande que le Milieu qui eſt dans les Interſtices* *.

3655. 3656. 3673. *Cette Vertu refringente eſt moindre dans* les Queües des Paons & en général dans *les Corps, dont la Couleur varie ſuivant la différente ſituation de l'Oeil* *.
* 3652. 3655.

3674. *La Couleur d'un Corps eſt plus obſcure & plus foncée, ſi*
* 3636. *un Milieu plus refringent entre dans les Pores* *; car en ce cas les Parties, dont dépend la Couleur, ſont environnées d'un Milieu plus refringent que celui qui les environnoit auparavant.

3675. C'eſt ce que nous éprouvons dans tous les Corps, qui ſont imbibez d'Eau ou d'Huile: auſſi-tôt que ces Corps ſont ſechez ils reprennent leur première Couleur, horſmis dans quelques oc-

occaſions, dans leſquelles l'Action de l'Eau ou de l'Huile a enlevé quelques unes des Parties, ou bien quand quelques Particules d'Eau ou d'Huile ſe ſont attachées aux Parties du Corps, de façon à changer l'Epaiſſeur des petites Lames.

Une cauſe du même genre fournit l'explication des changemens de Couleur de certains Liquides quand on les mêle avec d'autres. *Souvent des Particules Salines, nageant dans un Liquide, ſe joignent aux Particules Salines, qui nagent dans un autre; ou bien, l'Action des Particules, qui ſurviennent, ſépare quelques Particules, qui étoient jointes; & dans l'un auſſi bien que dans l'autre cas* l'Epaiſſeur des Particules, & par cela même *la Couleur du Liquide, vient à changer* *. 3676.

* 3631.

La Couleur d'un Liquide varie auſſi quelquefois, ſuivant que ce Liquide eſt vû par des Rayons refléchis, ou par des Rayons tranſmis. La cauſe de ce changement a été indiquée ci-deſſus *. 3677.

* 3622. 3624.

3. Experience.

L'infuſion de Bois néphrétique, pas trop forte, paroit bleuë étant vue par des Rayons refléchis, & jaune, ſi on la voit par des Rayons tranſmis. 3678.

4. Experience.

Si l'on verſe de l'Eſprit de Vinaigre dans cette infuſion de Bois néphrétique, elle paroitra jaune de quelque manière qu'on la voye. 3679.

En ce cas l'Epaiſſeur des Particules change, & les Rayons tranſmis par chaque particule, ſont interceptez; & quoique l'on place la Liqueur entre l'Oeil & la Lumière, on ne la voit que par des Rayons refléchis. Car on conçoit facilement que ces Rayons peuvent parvenir à l'Oeil par la grande varieté des Reflexions, que la Lumière ſouffre dans le Liquide. Ainſi l'on ne doit voir qu'une ſeule Couleur, à cauſe que les Rayons ne ſont pas tranſmis directement par les Particules. 3680.

Ce que nous venons de dire peut ſervir à rendre raiſon pourquoi *un Liquide coloré, placé entre l'Oeil & la Lumière, dans un Verre, qui ait la figure d'un Cone renverſé, paroit de différente Couleur à différentes Hauteurs du Verre*; dans ſa partie inférieure tous les Rayons, tranſmis par les Particules, ne ſont pas interceptez, le nombre de ces Rayons in- 3681.

terceptez augmente à meſure qu'il y a une plus grande quantité de Liquide entre l'Oeil & la Lumière ; juſqu à ce qu'enfin ils ſoient interceptez tous, & que les ſeuls Rayons, refléchis par les Particules, pénètrent à travers le Liquide ; auquel cas la Couleur ſe trouve être la même que celle du Liquide, vû par des Rayons refléchis.

3682. *Les Nuées*, qui ſont formées de particules d'Eau, entre lesquelles il y a de l'Air, *ſont* quelquefois admirablement *colorées* ; ainſi c'eſt *ſuivant la différente Epaiſſeur des Particules d'Eau*, que varie la Couleur des Nuées *.

* 3631.

ELEMENS DE PHYSIQUE DEMONTREZ MATHEMATIQUEMENT, ET CONFIRMEZ PAR DES EXPERIENCES.

LIVRE VI.

Partie I. Du Syſtème du Monde.

CHAPITRE I.

Idée générale du Syſtème Planétaire.

QUiconque fera attention à l'infinité de l'Eſpace * & à la Sageſſe de Dieu, ne doutera point que cette Sageſſe ne paroiſſe par tout, auſſi bien que dans cette petite Partie de l'Univers qui s'offre à nos yeux. Cette Partie eſt d'une étendue prodigieuſe; & ſi nous l'appellons petite, ce n'eſt qu'en la comparant avec l'Eſpace infini. 3683. * 27.

Notre Terre ſe meut avec ſeize autres Corps (nous n'en connoiſſons pas davantage) *dans un Eſpace déterminé*; quand 3684.

ces

ces Corps s'éloignent ou qu'ils s'approchent les uns des autres
3685. ils ne paſſent pas certaines Limites, & *leurs Mouvemens ſont ſoumis à des Loix conſtantes.*

1. DEFINITION.

3686. *L'aſſemblage de ces dix-ſept Corps s'appelle Syſtème Planétaire.*

3687. Ces Corps ſont preſque les ſeuls dont il s'agiſſe en Aſtronomie; auſſi ſera-ce principalement d'eux que je traiterai dans ce Livre. Les autres Corps, dont l'Univers eſt compoſé, ſont trop éloignez de nous pour que leurs Mouvemens, s'ils en ont, puiſſent être obſervez. Les ſeuls, que nous appercevions, ſont, les Corps lumineux, & encore les plus grands, ou les moins éloignez de nous; car on en découvre à l'aide du Téleſcope un très grand nombre, qui ſont inviſibles à l'Oeil nû.

2. DEFINITION.

3688. *Tous ces Corps s'appellent Etoiles fixes.*

3689. On les nomme fixes, parce qu'elles paroiſſent garder entr'elles la même Situation. Il y a quelques particularitez à obſerver à leur égard, dont nous parlerons dans la ſuite.

3690. *Les* dix-ſept *Corps, dont notre Syſtème Planétaire eſt compoſé, ſont tous ſphériques: un d'eux eſt lumineux par lui même; les autres ſont opaques, & ne ſont viſibles qu'à l'aide d'une Lumière empruntée.*

3691. *Le Soleil eſt ce Corps lumineux, & de beaucoup le plus grand de tous ceux qui compoſent le Syſtème Planétaire, au milieu duquel il eſt en repos*; du moins le Mouvement qu'il a eſt très petit.

3. DEFINITION.

3692. *Les ſeize autres Corps s'appellent Planètes.*

3693. On partage les Planètes en deux Ordres, dont il y en a ſix du premier Ordre, & dix du ſecond Ordre, ou ſecondaires; quand je parlerai dans la ſuite de Planètes, ce que j'en dirai devra s'entendre de celles du premier Ordre.

3694. *Les Planètes du premier Ordre tournent autour du Soleil,* en décrivant à différentes Diſtances de cet Aſtre des Courbes qui rentrent en elles mêmes.

3695. *Toute Planète du ſecond Ordre tourne autour d'une Planète du premier Ordre*, & l'accompagne dans ſon Mouvement autour du Soleil.

Les

Les Planètes décrivent par leurs Mouvemens des Lignes Elliptiques *, peu différentes du Cercle: *Et ces Lignes ſont fixes*; du moins n'eſt-ce qu'après bien du Tems qu'on remarque quelque leger changement dans leur Situation. 3696. * 625.

Les Orbites de toutes les Planètes du premier Ordre ſont diſpoſées de façon, qu'un des Foyers répond au Centre du Soleil; ſi l'Ellipſe AB*ab* repréſente l'Orbite d'une Planète, F eſt le Centre du Soleil. 3697. TAB. CXXVI. Fig. 3.

4. Definition.

La Diſtance entre le Centre du Soleil & le Centre de l'Orbite, s'appelle l'Excentricité de la Planète: comme FC. 3698.

Dans chaque Revolution, la Planète s'approche une fois du Soleil, & s'en éloigne une fois, & elle ſe trouve à ſa plus grande Diſtance du Soleil en *a*, qui eſt une des extrèmitez du grand Axe de l'Orbite; & à la plus petite Diſtance en A, l'autre extrèmité de cet Axe. 3699.

5. Definition.

La Diſtance, où une Planète eſt du Soleil, s'appelle Moyenne, quand elle diffère également avec la plus grande & la plus petite Diſtance. 3700.

C'eſt en B, *b*, extrèmitez du petite Axe, que ſe trouvent les deux Diſtances Moyennes. 3701.

6. Definition.

Le Point de l'Orbite, où la Planète eſt à ſa plus grande Diſtance du Soleil, s'appelle Aphélie. Comme *a*. 3702.

7. Definition.

Le Point de l'Orbite, où la Planète eſt à ſa plus petite Diſtance du Soleil, s'appelle Perihélie. Comme A. 3703.

8. Definition.

Quand on parle de ces deux Points enſemble, on les nomme Apſides. 3704.

9. Definition.

La Ligne, qui joint enſemble les Apſides, c'eſt-à-dire le grand Axe de l'Orbite, *s'appelle la Ligne des Apſides.* 3705.

Chaque Orbite ſe trouve dans un Plan, qui paſſe par le Centre du Soleil. 3706.

10. Definition.

Le Plan de l'Orbite de la Terre s'appelle le Plan de l'Ecliptique. 3707.

3708. Ce Plan doit être conçu continué de tous cotez; & c'eſt à la Situation de ce Plan que les Aſtronomes rapportent celle des Plans des autres Orbites.

II. DEFINITION.

3709. *On appelle Noeuds les Points, dans leſquels les Orbites coupent le Plan de l'Ecliptique.*

12. DEFINITION.

3710. *La Ligne, qui joint enſemble les Noeuds d'une Orbite quelconque*, c'eſt-à-dire, la ſection commune du Plan de l'Orbite & du Plan de l'Ecliptique, *s'appelle la Ligne des Noeuds.*

3711. *Une Planète ne ſe meut pas avec la même viteſſe dans tous*
3712. *les Points de ſon Orbite. Sa viteſſe eſt plus grande lorſqu'elle eſt moins éloignée du Soleil; & les Tems, qu'elle employe à décrire différens Arcs de ſon Orbite, ſont proportionels aux Aires, terminées par des Lignes tirées des extrèmitez de ces Arcs au Centre du Soleil.* Les Arcs AB & D*d* ſont parcourus dans des Tems, qui ſont entr'eux, comme les Aires des Triangles mixti-lignes AFB, DF*d*.

3713. *Toutes les Planètes ſe meuvent vers le même coté.*

3714. Le Mouvement, avec lequel elles parcourent leurs Orbites, eſt contraire à celui que nous obſervons journellement dans les Corps céleſtes, & par lequel ils paroiſſent tourner autour de la Terre en un Jour. Nous parlerons de ce Mouvement dans la ſuite.

13. DEFINITION.

3715. *Le Mouvement des Planètes dans leurs Orbites s'appelle Direct.*

14. DEFINITION.

3716. *Le Mouvement contraire au Mouvement Direct s'appelle Retrograde.*

3717. *Plus les Planètes ſont éloignées du Soleil, plus elles ſe meuvent lentement* dans leurs Orbites; de ſorte que les Tems périodiques de celles qui ſont à une plus grande Diſtance ſont plus grands, tant parce qu'elles parcourent une plus grande Orbite, que parce qu'elles ſe meuvent plus lentement.

15. DEFINITION.

3718. *On appelle Axe d'une Planète la Ligne, qui paſſe par le Centre de la Planète & ſur laquelle la Planète tourne.*

Les

Les Planètes, au moins la plûpart, *& le Soleil même, tournent ſur leurs Axes:* il y a deux Planètes, à l'égard deſquelles on n'a point pû obſerver ce Mouvement, dont il n'eſt pas probable néanmoins qu'elles ſoient privées. 3719.

Ce Mouvement s'accorde avec celui des Planètes dans leurs Orbites, c'eſt-à-dire *eſt Direct.* 3720.

Les Axes des Planètes ſont tranſportez d'un Mouvement parallèle, de ſorte, que tous les points de l'Axe d'une Planète décrivent des Lignes égales & ſemblabes. 3721.

16. Definition.

Les extrèmitez de l'Axe s'appellent les Poles de la Planète. 3722.

Les Aſtronomes ont déterminé avec aſſez de préciſion le rapport qu'il y a entre les Diſtances où les Planètes ſont du Soleil: tellement qu'il y a moyen de ſe former une idée de tout le Syſtème. La Planche, indiquée en marge, repréſente les Dimenſions des Orbites: les Noeuds de chaque Orbite étant marquez par les points N, N. 3723. Tab. CXXII. Fig. 1.

On n'a cependant *juſqu'à préſent pû comparer les Dimenſions de ce Syſtème avec aucune meſure connue ſur la Superficie de la Terre:* les Eſſais faits à cet égard n'étant regardez par aucun Aſtronome comme entièrement exempts d'erreur. 3724.

Pour comparer entr'elles les différentes Parties du Syſtème, nous ſuppoſons la Diſtance moyenne de la Terre au Soleil partagée en 1000 Parties égales, qui ſervent à meſurer les autres Dimenſions. 3725.

Le Soleil ☉, placé au milieu du Syſtème, a comme nous l'avons dit, un petit Mouvement: il tourne ſur ſon Axe en 25 Jours & $\frac{1}{2}$; & cet Axe fait avec le Plan de l'Ecliptique un Angle de 87 Degr. 30′. 3726.

Mercure ☿ eſt la Planète la plus proche du Soleil. Sa Diſtance moyenne de cet Aſtre eſt 387: ſon Excentricité 80: l'Inclinaiſon de ſon Orbite, c'eſt-à-dire, l'Angle que le Plan de ſon Orbite fait avec le Plan de l'Ecliptique eſt de 6 Degr. 52′: ſa Revolution autour du Soleil eſt de 87 Jours, 23 Heures, 15′. 38″. 3727.

Après Mercure ſuit Venus ♀; ſa Diſtance moyenne du Soleil eſt 723: ſon Excentricité 5: l'Inclinaiſon de ſon Orbite 3 Degr. 23′: ſa Revolution s'achève en 224 Jours, 14 Heures, 3728.

49′, 20″: Elle tourne ſur ſon Axe en 24 Jours & 8 Heures: ſon Axe fait avec le Plan de l'Ecliptique un Angle de 15 ou 20 Degrez.

3729. Notre Terre ♁ eſt la troiſième Planète à compter depuis le Soleil: ſa Diſtance moyenne de cet Aſtre eſt 1000: ſon Excentricité 16,91, ou a peu près 17: Elle ſe meut dans le Plan même de l'Ecliptique: ſon Tems périodique, ou ſon Année périodique eſt de 365 Jours, 6 Heures, 9′, 14″; cette Année ſurpaſſe l'Année tropique de 20′, 17″: Elle tourne ſur ſon Axe en 23 Heures, 56′, 4″: L'Angle, que ſon Axe fait avec le Plan de l'Ecliptique eſt de 66 Degr. 31′.

3730. La moyenne Diſtance de Mars ♂ au Soleil eſt 1524: ſon Excentricité 141: L'Inclinaiſon de ſon Orbite 1 Degr. 52′: Son Tems périodique de 686 Jours, 22 Heures, 29′: Il tourne ſur ſon Axe en 24 Heures 40′.

3731. Jupiter ♃, la plus grande de toutes les Planètes, eſt éloigné du Soleil, quand ſa Diſtance eſt moyenne, de 5201: Son Excentricité eſt 250: L'Inclinaiſon de ſon Orbite 1 Degr. 20′: Son Tems périodique eſt de 4332 Jours, 12 Heures, 20′, 9″: Il tourne ſur ſon Axe en 9 Heures, 56′.

3732. La Diſtance moyenne de Saturne au Soleil eſt 9538: Son Excentricité 547: L'Inclinaiſon de ſon Orbite 2 Degr. 30′: Son Tems périodique eſt de 10759 Jours, 6 Heures, 36′. Saturne eſt entouré d'un Anneau, qui ne le touche point & ne le quitte jamais: cet Anneau ne peut ſe voir qu'à l'aide d'un Téleſcope.

3733. La Diſtance moyenne étant donnée, on y ajoute l'Excentricité pour avoir la plus grande Diſtance; & pour avoir la plus petite Diſtance, on retranche la même Excentricité de la Diſtance moyenne. *.

* 3698.

3734. Les trois Planètes, qui ſont à une plus grande Diſtance du Soleil que la Terre, ſçavoir Mars, Jupiter, & Saturne, s'appellent *Supérieures.*

3735. Venus & Mercure ſont les Planètes *Inférieures.*

3736. *Entre les Planètes du premier Ordre il y en a trois qui ſont accompagnées de Planètes ſecondaires.*

3737. Ces Planètes ſecondaires s'appellent auſſi Satellites; il y en a cinq autour de Saturne: Quatre autour de Jupiter: Et une ſeule, qui eſt la Lune, autour de nôtre Terre.

Au-

Aucune des Planètes ſecondaires, horſmis la Lune, ne ſe voit à l'Oeil nû. 3738.

Les Satellites décrivent autour de la Planéte, à laquelle ils appartiennent, des Aires proportionelles aux Tems; comme nous l'avons dit en parlant du Mouvement des Planètes du premier Ordre autour du Soleil *. 3739.

* 371a.

La Lune décrit autour de la Terre une Ellipſe, dont un des Foyers coincide avec le Centre de la Terre, duquel la Lune, dans ſa Diſtance moyenne, eſt éloignée de 60½ Demi-Diamètres de la Terre: *Son Excentricité eſt ſujette à quelque Changement:* & moyenne, elle eſt de 3⅓ Demi-Diamètres. *Le Plan de l'Orbite* de la Lune fait avec le Plan de l'Ecliptique un Angle d'environ 5 Degr.: Mais ce Plan *n'a pas toujours la même Inclinaiſon.* 3740. 3741. 3742.

Dans le Mouvement de la Lune autour de la Terre, ni la Ligne des Apſides, ni celle des Noeuds, ne ſont point transportées d'un Mouvement parallèle; mais *celle-ci a un Mouvement retrograde, & celle-là un Mouvement direct*; la prémière achève ſa Révolution environ en 9 Ans; l'autre mêt 19 Ans à achèver la ſienne. La Lune tourne autour de la Terre en 27 Jours, 7 Heures, & environ 43′; & fait exactement dans le même Tems ſa Révolution ſur ſon Axe. 3743.

Le premier des Satellites de Jupiter, c'eſt-à-dire, le plus Voiſin, eſt éloigné du Centre de cette Planète de 2½ Diamètres de Jupiter: Il fait ſa Révolution autour de Jupiter en un Jour, 18 Heures, 27′, 34″. 3744. TAB. CXXII. Fig. 2.

La Diſtance du ſecond eſt de 4½ Diamètres de Jupiter: Et ſon Tems périodique de 3 Jours, 13 Heures, 13′, 42″.

La Diſtance du troiſième eſt de 7⅙ Diam.: Il achève ſa Révolution en 7 Jours, 3 Heures, 42′, 36″.

Le quatrième eſt éloigné de 12⅔ Diam. Son Tems périodique eſt de 16 Jours, 16 Heures, 32′, 9″.

Le premier des Satellites de Saturne eſt éloigné du Centre de cette Planète de ⅜ du Diamètre de l'Anneau: Son Tems périodique de 1 Jour, 21 Heures, 18′, 27″. 3745. TAB. CXXII. Fig. 3.

La Diſtance du ſecond eſt de 1½ Diamètre de l'Anneau: Son Tems périodique de 2 Jours, 17 Heures, 41′, 22″.

La Diſtance du troiſième eſt de 1¾ Diamètre de l'Anneau: Son Tems périodique de 4 Jours, 12 Heures, 25′, 12″.

La Distance du quatrième de 4 Diamètres de l'Anneau: Son Tems périodique de 15 Jours, 22 Heures, 41′, 14″.

La Distance du cinquième de 12 Diamètres de l'Anneau: Son Tems périodique de 79 Jours, 7 Heures, 48′, 00″.

3746. Il n'y a pas eu moyen jusqu'à présent de rien déterminer de certain par des Observations Astronomiques touchant le Mouvement de ces Satellites autour de leur Axe, non plus que de ceux de Jupiter.

En faisant attention aux Distances & aux Tems périodiques des Planètes, on a trouvé que dans nôtre Système par tout, où plusieurs Corps font leurs Revolutions autour d'un même Point,

3747. c'est-à-dire, *dans les Révolutions des Corps, qui tournent autour du Soleil, de Saturne & de Jupiter*, la Règle suivante a lieu; sçavoir, Que *les Quarrez des Tems périodiques sont entr'eux comme les Cubes des Distances moyennes du Centre.*

3748. TAB. CXXII. Fig. 4. Les Dimensions des Planètes du premier Ordre, qui composent nôtre Système Planétaire, aussi bien que de l'Anneau de Saturne, sont marquées dans la Fig. 4. Le Soleil, de beaucoup le plus grand de tous, est représenté par le Cercle extérieur de la Fig. 1.

3749. Ces Dimensions marquent assez exactement les Proportions que ces Corps ont entr'eux, si l'on en excepte la Terre, dont

* 3724. la grandeur, par la raison déjà indiquée *, ne sçauroit être comparée avec celle des autres Corps, de façon qu'il ne reste aucun doute à cet égard.

3750. *On mesure* cependant *le Diamètre de la Terre*, qui est de 3389940 Perches, chacune de 12 Pieds du Rhin; mais quoiqu'on puisse comparer les Diamètres des Planètes entr'eux & avec celui du Soleil, on ne sçauroit déterminer le nombre de Pieds qu'ils contiennent, qu'après certaines Observations qu'il n'y a pas encore eu moyen de faire.

Parmi les Corps, dont nôtre Système Planétaire est com-

3751. posé, *la Lune seule peut être comparée avec la Terre*; le Diamètre de celle-ci est à celui de la Lune comme 73 à 20.

3752. *La Grandeur des autres Planètes du second Ordre n'a pas encore été mésurée par les Astronomes*, quoiqu'il n'y aît presque pas lieu de douter que quelques unes d'elles ne soient plus grandes que nôtre Terre.

Outre les Corps, dont il a été fait mention jusqu'ici, il en pa-

paroit de tems en tems dans nôtre Syſtème Planétaire quelques autres, qui, après s'être approchez du Soleil, s'en éloignent enſuite, & déviennent inviſibles; on *les* appelle *Comètes.* Ces Comètes *ont la plupart du Tems une Queuë, qui eſt toujours oppoſée au Soleil. Dans leur Mouvement elles décrivent autour du Soleil des Aires proportionelles aux Tems*, comme nous l'avons dit au Sujet des Planètes *. 3753. 3754.

* 3712. 3739.

Les Orbites des Comètes ſont vraiſemblablement des Ellipſes fort excentriques; ce qui fait que les Comètes deviennent inviſibles lorſqu'elles ſe trouvent dans la partie de leur Orbite la plus éloignée du Soleil. Ce raiſonnement eſt fondé ſur les Retours aſſez réguliers de quelques Comètes; d'ailleurs il eſt démontré par des Obſervations, que *quelques Comètes ont décrit dans leur Mouvement des Portions d'Ellipſes fort excentriques, dont le Centre du Soleil occupoit un des Foyers.* 3755. 3756.

L'Idée, que j'ai donnée juſqu'ici de nôtre Syſtème Planétaire, eſt appuyée ſur des Obſervations Aſtronomiques; & il n'y a aucune diverſité de ſentimens parmi les Aſtronomes touchant tout ce que nous venons de dire, ſi l'on en excepte ce qui regarde la Ligne elliptique, & le Mouvement de la Terre. 3757.

Quelques Aſtronomes prétendent que les Planètes ne ſe meuvent pas dans des Orbites elliptiques, mais qu'elles décrivent dans leur Mouvement une autre eſpèce d'Ovale. C'eſt des Obſervations de Tycho Brahé que Kepler a inféré que les Lignes en queſtion étoient elliptiques; & nous verrons dans la Partie ſuivante, qu'il n'eſt pas poſſible que les Planètes décrivent d'autres Courbes que des Ellipſes. 3758.

Ceux qui ſoutiennent que la Terre eſt immobile, ne ſçauroient alléguer aucun Argument aſtronomique ou phyſique en faveur de leur opinion; ou ce qui revient au même, ils ne raiſonnent pas d'après les Phénomènes: ſans s'embarraſſer ſi leur Syſtème eſt ſimple ou non, & ſi l'Analogie des Mouvemens y a lieu, ils prétendent que leur Sentiment n'a rien de contraire aux Obſervations; en quoi ils ſe trompent auſſi comme nous le ferons voir dans la Partie ſuivante. 3759.

CHA-

CHAPITRE II.

Du Mouvement apparent.

3760. TOut homme qui, après avoir lû le Chapitre précédent, contemplera le Ciel, ſera frappé de la différence qu'il remarquera entre ce qu'il voit & ce qu'il vient de lire; & plus ſon examen à cet égard ſera attentif plus ſa ſurpriſe augmen-
3761. tera. En quoi il n'y a rien d'étonnant : car *nous ne voyons preſque dans les Cieux que des Apparences de Mouvemens propres à nous tromper.*

3762. La plupart de ceux qui contemplent les Cieux ſont dans le cas d'un Spectateur, tranſporté de différens Mouvemens, qui s'imagine être en repos, & qui regarde des Corps, ſur la Diſtance & la Grandeur deſquels il porte de faux Jugemens : auſſi le vrai Syſtème du Monde a t'il été ignoré pendant pluſieurs Siècles de ceux-là mêmes qui obſervoient les Mouvemens céleſtes avec le plus d'exactitude.

3763. Nous devons expliquer comment les Phénomènes des Corps céleſtes, vus par un Spectateur placé ſur la Terre, s'accordent avec le Syſtème qui vient d'être expoſé ; c'eſt-à-dire, que des véritables Mouvemens nous devons déduire les Apparences. Pour cet effet, il eſt néceſſaire de faire précéder quelques conſidérations générales ſur le Mouvement apparent.

3764. Il eſt évident que nous ne pouvons par aucun moyen appercevoir le vrai Mouvement abſolu, & que le ſeul Mouvement
* 114. rélatif tombe ſous nos ſens *. C'eſt auſſi uniquement de ce dernier Mouvement qu'il s'agit dans le Chapitre précédent : Qui peut affirmer, ou nier, avec fondement, que tous les Corps, que nous connoiſſons, ne ſont pas tranſportez, d'un Mouvement commun, par des Eſpaces immenſes.

3765. *Le Mouvement rélatif doit être diſtingué du Mouvement apparent*; celui-ci ne conſiſte que dans le Changement qu'on apperçoit dans la Situation des Corps, & dépend du Changement qu'éprouve l'Image peinte au fond de l'Oeil : car les Objets

jets ont entr'eux la relation apparente qu'il y a dans l'Oeil entre les Images de ces mêmes Objets. Nous voyons ces Objets comme ils ſont peints dans l'Oeil *; & le Changement qui arrive à l'Image par le Mouvement des Corps, diffère preſque toujours du Changement de relation entre ces Corps; comme on peut l'inférer de la formation même de l'Image. * 3070.

Le Ciel n'eſt autre choſe qu'un Eſpace immenſe, qui ne ſçauroit être apperçu, & paroîtroit noir, ſi un nombre innombrable de Rayons de Lumière, qui partent des Corps céleſtes, ne pénétroient continuellement dans notre Atmoſphère. La plûpart de ces Rayons viennent à nous en Ligne droite; cependant il y en a encore un grand nombre, qui éclairent l'Atmoſphère dans toutes ſes parties, par les différentes reflexions qu'ils y ſouffrent; c'eſt ce qui fait que de Jour, même ſans le ſecours des Rayons refléchis par les Nuées, les Corps, auxquels les Rayons Solaires ne ſçauroient parvenir directement, ne laiſſent pas d'être éclairez. 3766. * 3462.

Ces Rayons ſont héterogènes, & blancs; car il y a des Corps qui paroiſſent blancs; or ces mêmes Corps, vûs à travers un Priſme, ont les bords teints de différentes Couleurs; ce qui n'arrive jamais quand la Couleur eſt homogène *: outre cela, ſi un Cercle de Papier blanc, d'un Demi-Pouce de Diamètre, placé ſur du Drap noir, eſt illuminé par ces Rayons, il paroîtra oblong, vû à travers un Priſme, & offrira aux Yeux les mêmes Couleurs, qu'on obſerve dans les Rayons ſolaires *; or rien de tout cela n'auroit lieu, ſi l'Air, comme le prétendent pluſieurs Phyſiciens, étoit un Fluide bleuâtre; c'eſt-à-dire, un Fluide, qui ne tranſmêt que des Rayons bleus, ou du moins des Rayons, dont la plus grande partie ſont de cette Couleur. 3767. * 3574. * 3501.

Pendant que nous regardons le Ciel, qui eſt noir, les Rayons blancs, dont nous venons de parler, *entrent dans l'Oeil, ce qui produit la Couleur bleuâtre des Cieux.* 3768.

Accoutumez à voir la Couleur dans l'endroit même où eſt l'Objet coloré, nous rapportons auſſi à un Objet déterminé la Couleur des Cieux; or comme cette Couleur ſe voit également de tous cotez, *nous imaginons une Surface ſphérique concave, ou plutot un ſphéroide, dont nous occupons le Centre; nous concevons cette Superficie comme opaque*, & par cela 3769.

la même *comme placée au-de-là de tous les Objets visibles.*

3770. Quand il se trouve entre un Plan & nôtre Oeil quelque Corps, de la Distance duquel nous ne sçaurions juger, nous concevons ce Corps comme appliqué au Plan même, à quelque Distance qu'il soit du Plan; car il n'y a aucune raison pourquoi les parties du Plan, qui sont peintes dans nôtre Oeil aux cotez de l'Image du Corps *, ne paroîtroient pas à la même Distance que le Corps.

* 3076.

3771. C'est ce qui fait que *tous les Corps célestes* (dont la Lune, quoique plus près de nous qu'aucun autre, est cependant assez éloignée pour qu'il nous soit impossible de juger de sa Distance *) *sont rapportez à la Superficie intérieure d'une Sphère imaginaire, semblent y être appliquez, & paroissent s'y mouvoir.* C'est ainsi que la Lune nous paroit placée entre les Etoiles fixes, quoique la Distance où elle est de nous n'ait presque aucune raison sensible avec la Distance de Saturne, qui disparoit elle même, quand on la compare avec l'immense Eloignement des Etoiles fixes. Ainsi il n'y a pas lieu d'être surpris, si le vulgaire n'a presque aucune idée de la grandeur des Corps célestes & de l'Immensité des Cieux.

* 3116.

3772. On peut déduire de ce qui vient d'être dit la manière de déterminer le Mouvement apparent d'un Corps quelconque, pourvû que son Mouvement véritable & celui de la Terre soient connus.

Nous avons dit, que tout Spectateur devoit, en ne jugeant que par les prémières apparences, s'imaginer occuper le Centre d'une Sphère, étenduë au-de-là des Etoiles fixes *: l'Orbite de la Terre est si petite en comparaison du Diamètre de cette Sphère, que le Spectateur, quoique transporté avec la Terre, ne change pas sensiblement de place; ainsi *dans tous les Points de la Superficie de nôtre Globe, & en tout Tems, tout Spectateur s'imagine voir la même Sphère*, que nous appellerons dans la suite la Sphère *des Etoiles fixes, à laquelle il rapporte les Corps célestes.*

* 3769.

3773.

3774. Cela étant, *si l'on conçoit une Ligne qui passe par la Terre, & par un Astre quelconque, & qui continuée coupe la Sphère en question, on aura le Point* auquel l'Astre est rapporté, & *qui est le Lieu apparent de l'Astre:*

Pendant qu'un Astre, ou notre Terre, se meut, ou bien pendant

dant le Mouvement de l'un & de l'autre, cette Ligne ſe meut auſſi, & *le Mouvement apparent eſt tracé entre les Etoiles fixes par l'extrèmité de la Ligne* en queſtion, *qui paſſe par la Terre & par l'Aſtre, dont on obſerve le Mouvement apparent.* 3775.

Ainſi *le Mouvement de notre Globe donne lieu aux mêmes Apparences, qui réſultent du Mouvement de quelque Aſtre, ou bien du Mouvement de tous les deux.* 3776.

Que *ſi l'Aſtre & notre Terre ſe meuvent en ſorte, que la Ligne, qui paſſe par ces Corps, ſoit tranſportée d'un Mouvement parallèle, l'Aſtre paroitra occuper toujours la même place entre les Etoiles fixes*; à cauſe que l'Eſpace, parcouru entre les Etoiles par l'extrémité de la Ligne, eſt égal à l'Eſpace parcouru par la Terre; or une Ligne égale à tout l'Eſpace, que la Terre peut parcourir, dans l'éloignement où nous ſommes des Etoiles fixes, eſt imperceptible à nos Yeux. 3777.

Le Mouvement de la Terre ſur ſon Axe produit auſſi *un Mouvement apparent*, qui ſera déduit dans la ſuite en ſon Lieu de ce qui a été dit dans ce Chapitre. 3778.

Les Navigateurs éprouvent tous les Jours que le Mouvement apparent diffère du Mouvement relatif, & varie avec le Mouvement du Spectateur.

CHAPITRE III.

Des Phénomènes du Soleil produits par le Mouvement de la Terre dans ſon Orbite.

SOit le Soleil en S; la Terre dans ſon Orbite en T; *r s* la Sphère des Etoiles fixes; le Lieu apparent du Soleil eſt *s* *. TAB. CXXIII. Fig. 1. * 3774.

Pendant que la Terre eſt tranſportée dans ſon Orbite depuis T juſqu'en *t*, *le Soleil paroit ſe mouvoir*, & parcourir l'Arc *s r* *, qui ſert de meſure à l'Angle *r* S *s* égal à l'Angle T S *t*, de ſorte que la Viteſſe du Mouvement apparent du Soleil dépend de la Viteſſe du Mouvement angulaire de la 3779. * 3775.

Terre, par rapport au Centre du Soleil: Mouvement, qui eſt augmenté par deux Cauſes, dont l'une eſt la diminution de la Diſtance du Soleil, & l'autre l'augmentation de la Viteſſe de
* 3712. la Terre. Ces deux Cauſes ont toujours lieu enſemble *; c'eſt
3780. pourquoi *l'Inégalité du Mouvement apparent du Soleil eſt ſenſible.*

3781. *Dans une Revolution entière de la Terre, le Soleil paroit* auſſi *décrire un Cercle entier.*

1. DEFINITION.

3782. *Le Chemin apparent du Soleil s'appelle la Ligne Ecliptique.* Cette Ligne eſt la Section commune de la Sphère des
* 3707. Etoiles fixes & du Plan de l'Ecliptique *, continué juſqu'à cette Sphère.

3783. On partage ce Chemin en douze parties égales, chacune de 30 Degr. Ces parties, qu'on appelle Signes, ſont déſignées par les Noms ſuivans; le Bélier ♈, le Taureau ♉, les Gémeaux ♊, le Cancer ou l'Ecréviſſe ♋, le Lion ♌, la Vierge ♍, la Balance ♎, le Scorpion ♏, le Sagittaire ♐, le Capricorne ♑, le Verſeau ♒, les Poiſſons ♓. Nous verrons dans le Chapitre des Etoiles fixes, ce qui a fait donner ces Noms aux Signes.

3784. *Le Soleil employe plus de tems à parcourir les ſix premiers Signes, que les ſix derniers, & la différence eſt de neuf Jours.*

3785. Quoique *le* Mot de *Commencement*, ou celui de Fin ne ſoit pas applicable à un Cercle, cependant quand il eſt queſtion de déterminer dans un Cercle pluſieurs Points, il en faut prendre un pour le commencement; à l'égard *de la Ligne Ecliptique*, ce commencement *eſt le premier Point du Bélier*; nous verrons dans la ſuite comment on détermine ce Point, qui n'eſt pas toujours le même parmi les Etoiles fixes:
3786. auſſi *les Orbites des Planètes*, qui changent ſi peu qu'on
* 3696. peut les conſidérer en quelque ſorte comme immuables *, *n'ont pas toujours la même Situation relativement à ce Point.*

2. DEFINITION.

3787. *La Diſtance du Soleil au premier Point du Bélier, meſurée d'Occident en Orient, s'appelle la Longitude du Soleil.*

Les

Les Longitudes des autres Corps céleſtes ſe meſurent de même ſur l'Ecliptique, à laquelle on les rapporte en concevant un grand Cercle paſſant par chacun de ces Corps, & perpendiculaire à l'Ecliptique: le Point, dans lequel l'Ecliptique eſt coupée par ce Cercle détermine la Longitude pour chaque Corps. 3788.

3. Definition.

La Diſtance où un Corps céleſte eſt de l'Ecliptique, s'appelle la Latitude de ce Corps. Cette Latitude eſt meſurée par l'Arc d'un grand Cercle, intercepté entre le Corps & l'Ecliptique, à laquelle ce Cercle doit être perpendiculaire. 3789.

4. Definition.

On appelle Poles de l'Ecliptique les Points, dans leſquels une Ligne, conçuë perpendiculaire au Plan de l'Ecliptique, & ménée par le Centre de la Sphère des Etoiles fixes, coupe cette Sphère. 3790.

5. Definition.

Le Zodiaque eſt une Bande, qu'on conçoit dans les Cieux, laquelle eſt coupée en deux Parties égales par l'Ecliptique, & terminée de chaque coté par un Cercle, parallèle à l'Ecliptique, dont chacun de ces Cercles eſt éloigné de huit Dégrez. Comme les Orbites des Planètes, auſſi bien que celle de la Lune ſont peu inclinées au Plan de l'Ecliptique, *aucun des Corps de nôtre Syſtème Planétaire ne ſort de l'enceinte du Zodiaque.* 3791. 3792.

6. Definition.

Ceux de ces Corps, qui ont la même Longitude, ſont dits être en Conjonction. 3793.

7. Definition.

Ceux au contraire, *dont les Longitudes diffèrent de* 180 *Dégr. ſont dits être en Oppoſition.* 3794.

CHAPITRE IV.

Des Phénomènes des Planètes inférieures, produits par leur Mouvement dans leurs Orbites, & par celui de la Terre dans ſon Orbite.

3795. TAB. CXXIII. Fig. 2. * 3774. SOit S le Soleil; AVB*v* l'Orbite de la Planète inférieure; T la Terre dans ſon Orbite; *a v b* une Portion de la Sphère des Etoiles fixes; le Lieu apparent du Soleil eſt v *.

3796. Si l'on mène de la Terre à l'Orbite de la Planète les Tangentes T*Aa*, T*Bb*, il ſera évident que la Planète ne ſe trouvera jamais, dans ſon Mouvement apparent, à une plus grande Diſtance du Soleil, que v*a* ou v*b*, & qu'elle paroitra accompagner cet Aſtre dans ſon Mouvement apparent autour de la Terre.

1. DEFINITION.

3797. 3798. *La Diſtance apparente d'une Planète au Soleil s'appelle ſon Elongation.* v*a* ou v*b* eſt *la plus grande Elongation* de la Planète, & *varie* par deux Cauſes; car & la Terre & la * 3696. Planète parcourent toutes deux des Lignes elliptiques *.

3799. * 3717. *La Planète* achève ſa Revolution en moins de Tems que la Terre *; ainſi elle *paſſe, en faiſant ſa Revolution, entre la Terre & le Soleil*, & eſt tranſportée enſuite au-de-là du Soleil rélativement à la Terre: *de ſorte qu'elle ſe trouve en Conjonction avec le Soleil de deux manières, & jamais en Oppoſition.*

3800. Pour ſe former l'Idée du Mouvement apparent de la Planète, il faut ſe repréſenter les Lignes T*Bb*, TSv, T*Aa*, comme tranſportées d'un même Mouvement avec la Terre; tellement que les Points A, V, B, & *v*, pendant que la Terre fait ſa Revolution, faſſent le tour de l'Orbite de la Planète. Pour ce qui eſt de la Planète, comme elle ſe meut plus vite que la Terre, elle paſſe & repaſſe ſucceſſivement par les mêmes Points.

Pen-

Pendant que la Planète eſt tranſportée dans ſon Orbite de V en D, elle paroit ſe mouvoir parmi les Etoiles fixes depuis v vers d; en ce cas, *le Mouvement apparent eſt d'Orient en Occident*, & *la Planète eſt retrograde*. En D *la Planète* s'appelle *Stationaire*, parcequ'elle *paroit pendant quelque tems au même endroit entre les Etoiles fixes*. 3801. 3802.

C'eſt ce qui arrive, lorſque l'Orbite de la Planète, dans l'Endroit, où la Planète ſe trouve, eſt inclinée à l'Orbite de la Terre, dans l'Endroit où ſe trouve celle-ci, de façon, qu'ayant mené la Ligne *t d* parallèle à la Ligne TD, & peu éloignée de cette Ligne, D*d* ſoit à T*t*, comme la Viteſſe de la Planète, dans ſon Orbite, à la Viteſſe de la Terre. Ces petites Lignes ſont parcouruës dans le même Tems *; & la Ligne, qui paſſeroit par la Terre & par la Planète, ſeroit tranſportée d'un Mouvement parallèle, ce qui n'apporte aucun Changement au Lieu apparent de la Planète *. 3803. * 119. * 3777.

Entre *d* & B l'Orbite de la Planète s'incline davantage à celle de la Terre; c'eſt ce qui fait que l'Extrèmité de la Ligne, qui paſſe par la Terre & par la Planète, quoique le Mouvement de celle-ci ſurpaſſe en Viteſſe celui de la Terre, va vers le même coté que *le Mouvement apparent* de la Planète *, c'eſt-à-dire, *va auſſi d'Occident en Orient*. Cependant comme le Mouvement apparent du Soleil ſurpaſſe en Viteſſe le Mouvement apparent de la Planète, l'Elongation augmente, & eſt la plus grande de toutes quand la Planète ſe trouve en B. Pendant que la Planète parcourt l'Arc B*v*, le Mouvement apparent eſt auſſi d'Occident en Orient, & ſurpaſſe en Viteſſe le Mouvement apparent du Soleil, dont la Planète approche: enſuite elle paſſe cet Aſtre, & s'en éloigne juſqu'à ce qu'elle ſoit parvenue en A. Entre A & E le Mouvement continue à être d'Occident en Orient; mais le Soleil, dont le Mouvement apparent ſurpaſſe alors en Viteſſe celui de la Planète, comme nous l'avons vû au ſujet de l'Arc *d*B, s'approche de la Planète, & l'Elongation diminue. En E la Planète eſt Stationaire préciſément comme en D; entre E & V elle eſt de nouveau retrograde. 3804. 3805. * 3775.

L'Orbite de *la Planète* eſt inclinée au Plan de l'Ecliptique *; ainſi elle *ne paroit pas ſe mouvoir dans l'Ecliptique*; *mais* en eſt tantôt plus, & tantôt moins éloignée, & paroit *décrire une* 3806. * 3706. 3708.

une Courbe irrégulière, qui coupe quelquefois l'Ecliptique.

3807. TAB. CXXIII. Fig. 3. Soit NVN l'Orbite de la Planète, qui aît ſes Noeuds en N, N; S repréſente le Soleil; T*t* l'Orbite de la Terre dans le Plan de l'Ecliptique, la Terre étant en T, & la Planète en V. Si l'on conçoit VA menée de la Planète perpendiculairement au Plan de l'Ecliptique, l'Angle VTA, ou plutôt l'Arc, qui lui ſert de meſure, ſera la Latitude de la Planète *: on appelle cette Latitude Géocentrique, pour la diſtinguer de la Latitude de la même Planète vuë du Soleil, qui s'appelle Héliocentrique, & qui eſt déſignée dans ce cas par l'Angle VSA; c'eſt de la première qu'il eſt queſtion ici, où nous ſuppoſons le Spectateur placé ſur la Terre.

* 3789.

3808. *Quand la Planète ſe trouve dans un des Noeuds, elle eſt vuë dans l'Ecliptique*, & la Courbe décrite par le Mouvement apparent de la Planète dans le Zodiaque, coupe l'Ecliptique; 3809. *en s'éloignant du Noeud ſa Latitude augmente, quoique plus ou moins ſuivant la ſituation de la Terre*; c'eſt ainſi que, la Planète reſtant en V, la Latitude eſt plus grande, ſi la Terre eſt en T que ſi elle étoit en *t*. Si la Terre reſtant en T, l'on conçoit la Planète tranſportée de V en *v*, l'Angle *v*TB ſera plus petit que l'Angle VTA par deux cauſes; l'une, parceque la Planète eſt plus près du Noeud, & l'autre parceque le Spectateur s'éloigne.

3810. Si nous conſidérons à préſent que nôtre Terre & la Planète ſont l'une & l'autre dans un Mouvement continuel, il ſera évident, que la Latitude change à chaque inſtant par ces deux cauſes. Ces cauſes ſont quelquefois oppoſées, & ſe réuniſſent quelquefois, ſoit pour augmenter, ſoit pour diminuer la Latitude; ce qui produit néceſſairement un Mouvement apparent dans une Courbe irrégulière, qui coupe l'Ecliptique, toutes les fois que la Planète paſſe par les Noeuds de ſon Orbite, c'eſt-à-dire, deux fois dans chaque Revolution; cette Courbe ne s'éloigne auſſi dans le Zodiaque qu'à une certaine Diſtance de l'Ecliptique.

On a auſſi découvert par le Téleſcope quelques Phénomènes remarquables des Planètes inférieures, leſquels ſont une ſuite de l'Opacité de ces Planètes.

3811. TAB. CXXIII. Fig. 4. Soit S le Soleil; T la Terre; A, B, C, v, D, E, F, V, une des Planètes inférieures, par Ex. Venus, dans ſon Orbite,

te. Cette Planète emprunte sa Lumière du Soleil, qui n'en éclaire que l'Hémisphère tourné vers lui; l'autre Hémisphère est invisible pour nous. Ainsi il n'y a que la seule Partie de l'Hémisphère illuminé tournée vers la Terre, que nous puissions voir. En V la Planète ne sçauroit être apperçuë; en v elle paroitroit ronde, si les Rayons du Soleil ne nous empêchoient pas de la voir.

La Planète, en s'éloignant de v, *décroit continuellement*; 3812.
en D elle a la figure marquée en *d*; en F & en E elle paroit comme en *e* & *f*; elle continue à décroitre *jusqu'à ce qu'elle disparoisse* en V; *elle croit ensuite de nouveau en changeant successivement de Figure*, jusqu'à ce que tout l'Hémisphère illuminé soit tourné vers la Terre.

Quand le Noeud se trouve en V, ou aux environs *la Planète se voit dans le Disque du Soleil*, & comme appliquée à 3813.
cet Astre; & *l'on apperçoit une Tache noire, qui se meut sur la Superficie de cet Astre*: en ce cas, à parler exactement, nous ne voyons pas la Planète, mais nous distinguons l'endroit où elle intercepte les Rayons solaires.

Moins la Planète est éloignée de la Terre, plus elle paroit grande *, & lumineuse; mais tandis qu'elle s'approche 3814. * 3151.
de la Terre, ce que nous pouvons voir de sa Partie illuminée diminue, de sorte que la Lumière augmente par une Cause & diminue par une autre; & *il y a une espèce de Distance moyenne, à laquelle la Lumière refléchie est la plus grande de toutes.*

CHAPITRE V.

Des Phénomènes des Planètes supérieures, produits par le Mouvement de ces dernières dans leurs Orbites, & par celui de la Terre dans son Orbite.

LEs Mouvemens apparens des Planètes supérieures s'accordent à plusieurs égards avec ceux des Planètes inférieu- 3815.

res, mais à pluſieurs autres égards en différent.

3816. *Les Planètes ſupérieures n'accompagnent pas toujours le Soleil, mais ſe voyent ſouvent en Oppoſition avec cet Aſtre*; cependant dans leur Mouvement, comme il a été dit des Pla-
3817. nètes inférieures, *elles ne paroiſſent pas toujours avancer ſuivant l'Ordre des Signes, mais ſont ſouvent Stationaires, & ſouvent auſſi retrogrades.*

3818. Soit M la Planète ſupérieure, par Ex. Mars, dans ſon Orbite; ATHBC l'Orbite de la Terre. Le Tems périodique de la Terre eſt plus court que le Tems périodique de Mars *; ainſi la Terre, en faiſant ſa Revolution, paſſe entre cette Planète & le Soleil, auquel cas la Planète paroit, parmi les Etoiles en F, en oppoſition avec le Soleil. Soient menées par le Point M les Lignes BM, AM, Tangentes à l'Orbite de la Terre, & qui prolongées juſqu'en G & D, parviennent à la Sphère des Etoiles fixes. Concevons que pendant que la Planète eſt tranſportée dans ſon Orbite, ces Lignes ſe meuvent auſſi, tellement que les Points A & B, dans leſquels les Lignes, qui paſſent par la Planète, ſont Tangentes à l'Orbite de la Terre, faſſent une Revolution, dans le Tems périodique de la Planète. Or comme la Terre achève ſa Revolution en moins de Tems que la Planète, elle paſſe par les Points A & B. Dans ce Mouvement, le Lieu apparent de la Planète vuë de la Terre, ne s'écarte pas au-de-là de FD & de FG du Lieu de cette Planète vuë du Soleil. Soit dans l'Orbite de la Terre le Point T, tel, qu'en menant la Ligne *t m* parallèle a TM, T*t* ſoit à M*m*, comme la Viteſſe de la Terre à la Viteſſe de la Planète, auquel cas les deux Lignes T*t*, M*m*, ſont parcourues dans le même Tems *; durant ce Tems la Planète paroit en repos, & Stationaire *; de même elle eſt Stationaire quand la Terre ſe trouve en H. Dans le Mouvement de la Terre entre T & H, la Planète paroit ſe mouvoir depuis E par F juſqu'en I contre l'Ordre des Signes, & on l'appelle retrograde. Pendant que la Terre parcourt l'Arc HBCAT, le Mouvement de la Planète eſt direct.

TAB. CXXIV. Fig. 1.
* 3717.
* 119.
* 3777.

3819. *Les Phénomènes rélatifs à la Latitude ſont pareils à ceux*
* 3806. *qui ont lieu à l'égard des Planètes inférieures* *.

3820. *Jupiter & Saturne* ſont à une ſi grande Diſtance de la Terre, que leurs Hémiſphères, illuminez par le Soleil, ſont preſque

que

que par tout visibles pour nous. C'est ce qui fait que ces Astres *paroissent toujours ronds.*

Comme *Mars* est moins éloigné, il *paroit un peu relevé en bosse, quand il est entre les Points de Conjonction & d'Opposition avec le Soleil.* 3821.

CHAPITRE VI.

Des Phénomènes des Satellites, qui sont une suite du Mouvement de ces derniers dans leurs Orbites. Où l'on traite des Eclipses du Soleil & de celles de la Lune.

Les Satellites de Jupiter & de Saturne accompagnent toujours dans leur Mouvement, la Planète à laquelle ils appartiennent, & ne paroissent jamais s'en écarter au-de-là de certaines Limites, qui sont faciles à déterminer par le moyen de leurs Distances à leurs Planètes; *ils paroissent aussi se mouvoir alternativement contre l'Ordre des Signes & suivant cet Ordre.* Tantôt ils sont tous vers le même coté de leur Planète, & tantôt la Planète est entr'eux. *Les Satellites de Jupiter sont toujours rangez dans une même Ligne droite, ou du moins ne s'en éloignent guères.* Phénomènes, qui sont des suites du Mouvement des Satellites autour de leurs Planètes, dans des Plans, qui font de très petits Angles entr'eux & avec le Plan de l'Ecliptique. 3822. 3823.

Tous les Satellites de Saturne ou de Jupiter ne sont pas toujours visibles en même tems. *Quand les Satellites se trouvent entre leur Planète & la Terre, ou ne sçauroit les distinguer de leur Planète; quelquefois cette Planète nous les cache, & souvent ils sont plongez dans son Ombre.* 3824.

I. Definition.

Cette Immersion dans l'Ombre s'appelle Eclipse du Satellite. 3825.

3826. Nous en avons parlé ci-deſſus *. Pendant que le Satellite
TAB. LXXXV. Fig. I. ſe meut de E en F, il eſt éclipſé, & n'étant pas éclairé par le Soleil dévient inviſible. S'il étoit queſtion des deux premiers Satellites de Jupiter, la ſeule Immerſion dans l'Ombre
* 2624. 2625. en E eſt viſible, quand la Terre ſe trouve dans la Partie CDA de ſon Orbite; quand elle ſe trouve dans la Partie ABC, on n'apperçoit que la ſeule Emerſion.

Nous avons dit qu'il y a entre les Satellites de Saturne un
* 3732. Anneau *; au ſujet duquel il faut obſerver que *la Largeur de*
3827. *l'Anneau de Saturne ne ſurpaſſe jamais, pour un Spectateur placé ſur la Terre, le Diamètre de cette Planète*, & que *l'Anneau même eſt quelquefois inviſible*; ſçavoir, quand le Plan de l'Anneau continué paſſe par la Terre: l'Epaiſſeur de l'Anneau n'étant pas ſenſible à nôtre égard.

3828. Ce même Anneau ne ſe voit pas non plus, quand ſon Plan continué paſſe entre le Soleil & la Terre, ſon coté illuminé n'étant pas alors tourné vers nous.

3829. Dans l'un & l'autre cas Saturne paroit rond; dans le dernier néanmoins, les Rayons interceptez par l'Anneau font paroître ſur la Superficie de la Planète une Bande noire, pareille à celle qui réſulte de l'Ombre de l'Anneau.

3830. Les Phénomènes du Satellite de la Terre, c'eſt-à-dire de la Lune, ont ſurtout beſoin d'être expliquez comme nous regardant plus particulièrement.

3831. *La Lune eſt ſouvent en Conjonction avec le Soleil, & autant de fois en Oppoſition*; quoique l'un & l'autre de ces cas n'ayent pas lieu dans chaque Revolution de cette Planète dans ſon Orbite; car pendant qu'après une Revolution entière de 27 Jours & 7 Heures, la Lune revient au même endroit du Ciel où elle avoit été en Conjonction avec le Soleil, celui-
* 3729. ci a parcouru environ 27 Degr. *; ainſi il lui faut quelques
3781. Jours pour rejoindre le Soleil, & *un Eſpace de vingt & neuf*
3832. *Jours & demi ſépare l'une de l'autre deux Conjonctions voiſines.*

2. DEFINITION.

3833. *Le Mois Lunaire périodique eſt le Tems que la Lune employe à faire ſa Revolution dans ſon Orbite.*

3. DEFINITION.

3834. *Le Mois Lunaire ſynodique, ou une Lunaiſon, eſt le Tems qui*

qui s'écoule entre deux Conjonctions voiſines de la Lune avec le Soleil.

La Lune eſt inviſible quand elle ſe trouve en Conjonction avec le Soleil, aucune Partie de ſon Hémiſphère illuminé n'étant tournée vers nous. Soit la Terre T; la Lune en N, entre le Soleil & la Terre; l'Hémiſphère illuminé ſera *m l i*, qui ne ſçauroit être vû de la Terre. 3835. TAB. CXXIV. Fig. 2.

Pendant que la Lune, en parcourant ſon Orbite, *va du Point où elle a été en Conjonction avec le Soleil vers celui où elle ſera en Oppoſition avec cet Aſtre*, ſa Partie illuminée, laquelle regarde toujours le Soleil, *devient de plus en plus viſible pour les Spectateurs placez ſur la Terre*; & dans les Points A, B, C, la Lune acquiert ſucceſſivement les Figures *a*, *b*, *c*. 3836.

Quand elle eſt en Oppoſition avec le Soleil en P, *elle paroit ronde*; *enſuite*, parcourant l'Arc D, E, F, *elle décroit*, comme on peut le voir en *d*, *e*, *f*. 3837.

4. Definition.

La Conjonction de la Lune avec le Soleil s'appelle nouvelle Lune. 3838.

Après la Conjonction la Lune paroit renaître.

5. Definition.

L'Oppoſition de la Lune avec le Soleil s'appelle pleine Lune, la Lune nous préſentant alors tout ſon coté illuminé. 3839.

6. Definition.

L'Oppoſition & la Conjonction d'un Satellite avec le Soleil s'appellent d'un Nom commun Syzygies. 3840.

En A & en F la Partie obſcure de la Lune eſt tant ſoit peu éclairée par les Rayons que la Terre refléchit; c'eſt ce qui fait que cette partie eſt appercuë par un Spectateur, pour qui le Soleil n'eſt pas viſible, c'eſt-à-dire, dans le premier cas après le Coucher de cet Aſtre, & dans le ſecond avant ſon Lever. 3841.

7. Definition.

Quand la Lumière du Soleil eſt interceptée par la Lune de façon, que cet Aſtre eſt caché en tout ou en partie aux Yeux d'un Spectateur quelconque placé ſur la Terre, on dit qu'il y a Eclipſe de Soleil. 3842.

A proprement parler, c'eſt la Terre qui ſe trouve éclipſée, une 3843.

une partie de sa Superficie étant obscurcie par l'Ombre ou par la Pénombre de la Lune.

8. DEFINITION.

3844. *Il y a Eclipse de Lune, quand la Lune est obscurcie par l'Ombre de la Terre.*

3845. *Il n'y a jamais Eclipse de Soleil à moins que la Lune ne soit nouvelle.*

3846. *Il n'y a jamais Eclipse de Lune que quand elle est dans son plein.*

3847. *Cependant il n'y a pas Eclipse de Soleil ou de Lune dans chaque Syzygie*, à cause que la Lune ne se meut pas dans
* 3742. le Plan de l'Ecliptique *, où le Soleil & la Terre se trouvent toujours; ainsi la Latitude de la Lune fait que l'Ombre de cette Planète, quand elle est nouvelle, passe souvent à coté de la Terre, sans la toucher; pendant que d'un autre coté, l'Ombre de la Terre passe souvent à coté de la Lune, quand elle est dans son plein.

3848. Mais *quand la Lune* a peu ou point de Latitude, c'est-à-dire, quand *étant dans un de ses Noeuds, ou tout près*, elle *se trouve en Opposition ou en Conjonction avec le Soleil, il y a Eclipse*; en ce cas, cette Planète est dans l'Ecliptique même, ou n'en est guères éloignée; & c'est de là que cette Ligne a tiré son Nom.

3849. Pour faire mieux comprendre ce qui a rapport aux Eclipses
TAB. CXXV. Fig. 1. de Lune, soit le Chemin de la Lune OO; le Plan de l'Ecliptique RR, dans lequel se trouve toujours le Centre de l'Ombre de la Terre *; le Noeud de l'Orbite de la Lune est N.
* 3707. 3709.

3850. Si l'Ombre de la Terre est en A, la Lune n'est point obscurcie, quand elle passe en F.

3851. *Si* la Lune, dans son plein, est moins éloignée du Noeud, comme en G, l'Ombre de la Terre se trouve en B, & *la Lune est obscurcie en partie*, & *l'Eclipse*, qui a lieu alors, *s'appelle Partiale.*

3852. *Si, la Lune est* dans son plein, quand l'Ombre est en D, cette Planète se trouve *entièrement obscurcie* en I; elle tombera dans l'Ombre en L, & en sortira en H; *l'Eclipse* en ce cas *s'appelle Totale.*

3853. *On donne le Nom de Centrale à l'Eclipse quand le Centre de la Lune passe par le Centre de l'Ombre, ce qui n'a lieu que dans le Noeud même* en N.

Nous

Nous n'avons parlé jusqu'ici que de l'Ombre de la Terre; à cause, qu'en parlant de nôtre Globe, nous sousentendons toujours l'Atmosphère qui l'accompagne, & dont il à été fait mention dans un autre endroit *; *c'est* proprement *de l'Ombre de l'Atmosphère qu'il s'agit dans les Eclipses Lunaires*, l'Ombre de la Terre ne parvenant pas jusqu'à la Lune. * 2080. 3854.

Soit la Terre en T entourée de son Atmosphère FDGG DF. Les Rayons Solaires BD, BD, qui rasent l'Atmosphère, continuent à se mouvoir en Ligne droite, & terminent l'Ombre de l'Atmosphère, hors de laquelle la Lune ne sçauroit se trouver, sans être aussitôt éclairée par les Rayons du Soleil; mais elle n'est pas éclairée de la même manière entre BD & BD. 3855. TAB. CXXIV. Fig. 3.

Les Rayons, qui entrent obliquement dans l'Atmosphère, sont rompus *; & à mesure qu'ils s'approchent de la Terre, penètrent continuellement dans un Milieu plus dense *; ainsi sont détournez de la Ligne droite à chaque instant *, & *parcourent des Lignes Courbes*. C'est ainsi que les Rayons EF, EF, traversent l'Atmosphère, en suivant les Courbes FG, FG, qui rasent la Superficie de la Terre. Toute la Lumière entre EF, EF, est interceptée par la Terre, dont l'Ombre est terminée par les Rayons GA, GA. 3856. * 2778. * 2110. * 2787. 2829.

Pour ce qui est de la Lumière rompue par l'Atmosphère entre EF & BD, elle se dispersе entre GA & BD continuées; & au-de-là du Point A, sommet de l'Ombre de la Terre, les Rayons, qui viennent de tous cotez, se confondent, mais deviennent plus foibles en s'éloignant de la Terre, de sorte que *l'Ombre de l'Atmosphère est* moins une Ombre proprement dite, qu'*une Lumière foible*, par le moyen de laquelle la Lune est visible pendant l'Eclipse. 3857. 3858.

L'Ombre de l'Atmosphère est conique; à cause que le Diamètre du Soleil est plus grand que le Diamètre de l'Atmosphère, qui ne surpasse guères celui de la Terre; & l'Ombre de cette Atmosphère *n'atteint pas jusqu'à Mars*. C'est ce qu'on sçait par des Observations immediates; d'ailleurs, on peut déduire la même vérité comme une conséquence de ce que le Diamètre de l'Ombre, dans l'Endroit où il est coupé par l'Orbite de la Lune, est presque surpassé d'un quart par le Diamètre de la Terre. 3859.

Un raisonnement semblable à celui, par lequel nous avons prou- 3860.

prouvé, que la Lune tombe dans l'Ombre de nôtre Atmosphère, lorsqu'étant dans son plein, elle se trouve dans son Noeud, ou près de là, peut servir à démontrer que l'Ombre
3861. de la Lune tombe sur la Terre, *quand la Lune est nouvelle, & que cette Planète se trouve dans son Noeud, ou tout auprès*; & qu'ainsi en ce cas *il y a Eclipse de Soleil.* Ce sujet demande divers Eclaircissemens.

3862. Soit le Soleil S, & la Lune L; que l'Ombre de cette dernière tombe sur un Plan quelconque en GH. Cette Ombre est environnée d'une Pénombre; car au-de-là de M & de E le Plan en question est illuminé par tout l'Hémisphère du Soleil; depuis M jusqu'en H, & depuis E jusqu'en G, la Lumière va en diminuant; & tout près de G & de H, il n'y a que les Rayons d'une très petite partie de la Surface du Soleil, qui parviennent au Plan.

TAB. CXXIV. Fig. 4.

9. DEFINITION.

3863. *Cette Lumière, qui va ainsi en diminuant, & par laquelle l'Ombre* GH *est entourée de tous cotez, s'appelle Pénombre.*

3864. *Quand il y a Eclipse de Lune*, l'Ombre de *la* Terre est entourée d'une pareille *Pénombre*, mais qui n'est visible que dans le voisinage de l'Ombre, & qui ainsi *n'a que très peu de Lar-*
3865. *geur.* Mais *on peut la voir entière*, quand on se trouve dans le Plan, sur lequel l'Ombre vient tomber: cas, qui a lieu *dans une Eclipse Solaire.* Le Spectateur, placé en I ou en F, ne peut voir que le Demi-Diamètre du Soleil, le reste du Diamètre étant caché par la Lune; en avancant depuis M vers H, le Soleil est caché de plus en plus par la Lune, jusqu'à ce qu'il disparoisse entièrement aux yeux d'un Spectateur placé dans l'Ombre même.

3866. Il suit de ce que nous venons de dire, qu'*il y a Eclipse de Soleil, quoique l'Ombre de la Lune ne touche point la Terre; pourvû que la Pénombre en atteigne la Superficie.*

3867. Et outre cela, qu'*on n'observe point d'Eclipse dans tous les*
3868. *Lieux, où le Soleil est visible*; & que *l'Eclipse est différente dans les différens Lieux où elle est observée*, suivant que l'Ombre, ou bien telle ou telle partie de la Pénombre vient à y passer.

3869. Mais *une Eclipse de Lune est la même par tout où la Lune est visible, pendant l'Eclipse.*

Quand

Quand l'Ombre même de la Lune tombe sur la Terre, l'Eclipse du Soleil s'appelle Totale, au lieu que quand ce n'est que sa Pénombre qui arrive à la Terre, on appelle l'Eclipse Partiale. Ceci regarde l'Eclipse considérée en elle même. 3870.

Pour ce qui est des Lieux particuliers, *on donne le Nom de Totale à l'Eclipse dans les Endroits par où l'Ombre passe; de Centrale dans ceux, où* passe le Centre de l'Ombre, c'est-à-dire, dans lesquels *le Centre de la Lune couvre le Centre du Soleil*; & enfin, *de Partiale, quand ce n'est que la Pénombre qui passe.* Voy. Fig. 5. 3871.

Plus l'Ombre GH (Fig. 4.) *est large, plus il y a d'Endroits où l'Eclipse est totale, & plus long-tems le Soleil reste caché.* Or la Largeur de cette Ombre varie, suivant la différente Distance de la Lune à la Terre, & de celle-ci au Soleil. 3872.

Quand il y a Eclipse de Soleil, la Terre étant dans son Peribelie, & la Lune dans son Apogée, c'est-à-dire, dans son plus grand Eloignement de la Terre, l'Ombre de *la Lune* ne parvient pas à la Terre, & cette Planète *ne couvre pas tout le Soleil*; *l'Eclipse en ce cas s'appelle Annulaire*, & est telle que nous la représentons dans la Fig. 6. 3873.

CHAPITRE VII.

Des Phénomènes produits par les Mouvemens du Soleil, des Planètes & de la Lune sur leurs Axes.

Le Mouvement du Soleil sur son Axe est visible au moyen des Taches, qu'on observe souvent sur sa Superficie: ces Taches paroissent changer chaque jour de Situation & de Figure, & se mouvoir tantôt plus vite, & tantôt plus lentement: Phénomènes, qu'on peut tous déduire facilement du Mouvement d'une Surface Sphérique: & le Soleil, qui, si un pareil Mouvement n'avoit pas lieu à son égard, ne tourneroit successivement sa Superficie vers la Terre qu'une seule fois 3874.

dans un An, l'offre toute entière à nos Yeux dans l'eſpace de moins d'un Mois.

3875. *Les Mouvemens de Jupiter, de Mars & de Venus, ſur leurs Axes, ont été apperçus pareillement à l'aide des Taches, qu'on voit ſur les Superficies de ces Planètes.*

3876. Pendant que la Terre tourne ſur ſon Axe, le Spectateur s'imagine être en repos, & attribue du Mouvement à tous les Corps céleſtes.

1. DEFINITION.

3877. *Les Points, dans la Sphère des Etoiles fixes, où aboutit l'Axe de la Terre, prolongé de part & d'autre, s'appellent les Poles du Monde.*

2. DEFINITION.

3878. *Le Mouvement apparent, qui nait du Mouvement de la Terre ſur ſon Axe, s'appelle le Mouvement diurne.*

3. DEFINITION.

3879. *Si l'on conçoit un Plan qui paſſe par le Centre de la Terre, & qui, étant perpendiculaire à ſon Axe, ſoit continué de tous cotez, le Cercle, dans lequel ce Plan coupe la Sphère des Etoiles fixes, s'appelle l'Equateur céleſte.*

3880. *Dans le Mouvement de la Terre autour du Soleil* l'Equateur ſe meut, mais comme le Plan de ce Cercle eſt tranſporté d'un Mouvement parallèle *, *l'Equateur céleſte ne change point de place* *.

* 3721.
* 3777.

4. DEFINITION.

3881. *Les Cercles, dont les Plans paſſent par l'Axe de la Terre, s'appellent des Méridiens.*

3882. *Tous les Méridiens paſſent par les Poles du Monde, & ſont perpendiculaires à l'Equateur.*

5. DEFINITION.

3883. *L'Arc d'un Méridien quelconque, intercepté entre l'Equateur & un Aſtre, s'appelle la Déclinaiſon de cet Aſtre.*

3884. Soit ſur la Terre T un Spectateur, qui dirige ſa vuë par TAB. CXXV. Fig. 2. TA; quelque Tems après, quand par le Mouvement de la Terre, la Ligne TA aura été tranſportée en T*a*, ſi le même Spectateur dirige ſa vuë par cette dernière Ligne, le Corps A paroitra avoir parcouru l'Arc *a*A; par la même raiſon, quand la Ligne en queſtion ſe retrouvera dans ſa première Situation TA, le Corps A paroîtra avoir achevé une Revolution.

tion. Que ſi le Spectateur dirige ſa vuë le long de l'Axe de la Terre, comme cet Axe eſt immobile pendant que la Terre tourne, l'Objet qu'il appercevra, paroîtra ne point changer de place; c'eſt ce qui fait qu'*on n'apperçoit point de Mouvement diurne dans les Poles du Monde* *. Pour ce qui eſt des Corps voiſins de ces Points, il eſt clair qu'ils tournent autour des Poles, & que le Mouvement diurne fait décrire à chaque Corps, autour du Pole immobile, un Cercle plus grand à meſure que le Corps eſt plus éloigné du Pole. C'eſt ce qui eſt cauſe, que toute *la Sphère des Etoiles fixes paroit tourner autour de l'Axe de la Terre continué, dans le même Tems que la Terre employe à faire réellement ſa Revolution ſur ſon Axe.* Ainſi le Mouvement diurne eſt commun à tous les Corps céleſtes, & ne ſouffre d'autre dérangement que ceux que peuvent y mettre les Mouvemens indiquez ci-deſſus. 3885. * 3877. 3886.

L'Équateur eſt à une égale diſtance des deux Poles, & partage le Ciel en deux Hémiſphères, dont les Points du Milieu ſont les Poles du Monde; leſquels, par cela même, ſont également éloignez de chaque Point de l'Equateur; d'où il ſuit que *les Corps céleſtes, qui ſont dans l'Equateur, paroiſſent, par le Mouvement diurne, décrire l'Equateur* même, le plus grand des Cercles qui puiſſent être décrits par ce Mouvement; *les autres Corps décrivent des Cercles parallèles à l'Equateur.* 3887. 3888.

L'Axe de la Terre eſt incliné au Plan de l'Ecliptique, & fait avec ce Plan un Angle de 66 Degr. 31′ *; ainſi *les Poles du Monde ſont éloignez des Poles de l'Ecliptique de 23 Degr. 29′; & le Plan de l'Ecliptique fait un Angle de 23 Degr. 29′ avec le Plan de l'Equateur.* Or comme l'un & l'autre de ces Plans paſſent par le Centre de la Terre; & que ce Centre peut être conſidéré comme celui de la Sphère des Etoiles fixes *, il ſuit, que *l'Equateur & l'Ecliptique ſont de grands Cercles de la Sphère, qui* ſont inclinez l'un vers l'autre, & qui *s'entre-coupent dans deux Points oppoſez, ſçavoir, au premier Point du Bélier, & au premier Point de la Balance:* Points, que ces Interſections déterminent dans le Chemin du Soleil *. * 3729. 3889. 3890. * 3769. 3773. * 3783.

Quand le Soleil eſt dans ces Points, il paroit, par un effet du Mouvement diurne, décrire l'Equateur *. 3891. * 3888.

3892. *Pendant que* par ſon Mouvement apparent *il continue à parcourir l'Ecliptique*, il s'éloigne de plus en plus de l'Equateur, &, comme ſa Déclinaiſon va en augmentant, *il décrit de jour en jour de plus petits Cercles* * ; *juſqu'à ce qu'il ſoit parvenu à* * 3888. * 3889. *la plus grande Diſtance de l'Equateur, qui eſt de* 23 *Degr.* 29′ *: après quoi, il revient vers l'Equateur, qu'il paſſe auſſi de* 23 *Degr.* 29′, *en s'approchant du Pole oppoſé.* 3893.

6. DEFINITION.

3894. *Les Cercles, que le Soleil paroit décrire par un effet du Mouvement diurne, lorſqu'il eſt le plus éloigné de l'Equateur*, c'eſt-à-dire, de 23 Degr. 29′, *s'appellent Tropiques.*

3895. Un d'eux touche l'Ecliptique au premier Degré du Cancer, & s'appelle le Tropique du Cancer; l'autre nommé le Tropique du Capricorne, paſſe par le premier Point du Signe du Capricorne, & touche l'Ecliptique en cet endroit.

7. DEFINITION.

3896. *Le Pole du Monde, le plus proche du Tropique du Cancer, s'appelle le Pole Arctique ou Septentrional; le Pole oppoſé eſt connu ſous le Nom d'Antarctique ou d'Auſtral.*

8. DEFINITION.

3897. *Les Cercles*, que le Mouvement diurne fait décrire aux Poles de l'Ecliptique, & qui ſont *éloignez des Poles du Monde de* 23 *Degr.* 29′, *s'appellent Cercles Polaires.*

3898. On appelle Cercle Polaire Arctique, celui qui environne le Pole Arctique; & par la même raiſon, on a appellé Antarctique le Cercle Polaire qui environne le Pole Antarctique.

3899. Il nous reſte à parler de *l'Effet du Mouvement de la Lune ſur ſon Axe*, qui *eſt, que la même Face de la Lune ſe trouve toujours tournée vers la Terre.*

3900. TAB. CXXIV. Fig. 2. Soit la Lune en N, la Face tournée vers la Terre ſera *mni*; ſi la Lune ne tournoit pas ſur ſon Axe, & que tous les points fuſſent tranſportez par des Lignes parallèles, la Ligne *mi* coincideroit avec la Ligne *ln* dans la ſituation de la Lune en B, & l'Hémiſphère en queſtion *mni* ſe trouveroit en *lmn*; mais parceque, dans le tems que la Lune décrit la quatrième partie de ſon Orbite, elle achéve auſſi la quatrième partie de ſa Revolution ſur ſon Axe, la Face, qui ſeroit en *lmn*, ſe trouve en *mni*, c'eſt-à-dire, ſe trouve de nouveau tournée vers la Terre. On prouve de la même manière, que quand la Lune

ne eſt en P, un Spectateur, placé ſur la Terre, voit la Face *m n i*, & apperçoit cette même Face quand la Lune ſe trouve en E: raiſonnement, qui eſt applicable à tous les Points de l'Orbite de la Lune; la même partie de la Face de la Lune, que le Mouvement de cette Planète dans ſon Orbite rendroit inviſible, étant toujours ramenée par ſon Mouvement ſur ſon Axe.

Or comme le Mouvement ſur ſon Axe eſt uniforme, & que c'eſt avec une Viteſſe inégale que la Lune parcourt ſon Orbite *, il arrive, quand la Lune ſe trouve dans ſon Périgée, c'eſt-à-dire, dans ſa plus petite Diſtance de la Terre, où la Viteſſe de ſon Mouvement dans ſon Orbite eſt la plus grande *, que la partie de la Superficie, qui eſt détournée de la Terre, par le Mouvement de la Lune dans ſon Orbite, n'y eſt pas ramenée toute entière par le Mouvement de la Lune ſur ſon Axe; ainſi une partie de la Surface de la Lune, qu'on ne voyoit pas auparavant, paroit de coté. Cette partie redevient inviſible, quand la Lune eſt parvenue à ſon Apogée. 3901. * 3739. 3740. * 3739.

C'eſt ce qui fait que *la Lune paroit agitée d'une eſpèce de Mouvement de Libration.* 3902.

La Lune a outre cela encore un autre Movement de Libration. 3903.

L'Axe de la Lune eſt tant ſoit peu incliné au Plan de ſon Orbite. Cet Axe, dans ſon Mouvement autour de la Terre, eſt tranſporté d'un Mouvement parallèle, comme il a été dit des Planètes du premier Ordre *; ainſi la Lune change de ſituation relativement au Spectateur placé ſur la Terre, qui voit tantôt un des Poles de la Lune, & tantôt l'autre. 3904. * 3721.

CHAPITRE VIII.

Des Phénomènes, qui regardent la Surface de la Terre, & différentes Parties de cette Surface.

3905. LEs Phénomènes céleſtes, que nous avons examinez juſqu'ici, ont été expliquez, en conſidérant le Spectateur comme tranſporté par deux Mouvemens, qui appartiennent réellement à la Terre. Nous ſuppoſons préſentement ce Spectateur placé ſur la Superficie de la Terre, & ſitué tantôt dans un endroit, & tantôt dans un autre.

Le premier Phénomène qu'il y ait ici à remarquer, c'eſt,
3906. que *l'Interpoſition de la Terre cache aux Yeux du Spectateur, placé ſur ſa Superficie, la moitié du Ciel.*

I. DEFINITION.

3907. *Le Cercle, qui ſépare la Partie viſible du Ciel d'avec celle qu'on ne voit pas*, quand les Rayons ne ſont pas interceptez par des inégalitez dans la Superficie de la Terre, *s'appelle Horizon.*

3908. Comme la Hauteur, à laquelle le Spectateur peut ſe placer au-deſſus de la Superficie de la Terre, eſt très petite, en comparaiſon du Demi-Diamètre de la Terre, l'Oeil du Spectateur peut être conſidéré comme étant dans la Superficie même.

3909. TAB. CXXV. Fig. 4. Soit la Terre T; le Spectateur en S; PE*pe* la Sphère des Etoiles fixes; ſi l'on conçoit un Plan HH, qui touche la Terre en S, ce Plan ſera celui de l'Horizon, dont la Section avec la Sphère des Etoiles fixes formera l'Horizon même. On conçoit un Plan *hh*, paſſant par le Centre de la Terre, & paralèle à HH; la Diſtance *h*H n'eſt pas ſenſible, à cauſe de l'Eloignement prodigieux des Etoiles fixes; ainſi la Section commune au Plan *hh* & à la Sphère des Etoiles fixes, peut être conſidérée comme étant l'Horizon HH *.

* 3777.

2. DE-

2. Definition.

Le moment, où un Aſtre commence à s'élever ſur l'Horizon, s'appelle le Lever de cet Aſtre. 3910.

3. Definition.

Le moment, où un Aſtre deſcend ſous l'Horizon, s'appelle le Coucher de cet Aſtre. 3911.

4. Definition.

Si l'on conçoit une Ligne, qui paſſe par le Centre de la Terre, & par le Spectateur, & qui ſoit par conſequent perpendiculaire à l'Horizon, *cette Ligne arrivera, entre les Etoiles fixes, au Point* Z, *qu'on appelle Zénith.* 3912.

5. Definition.

Le Point oppoſé N *s'appelle Nadir.* 3913.

6. Definition.

*La Section, que le Plan du Méridien *, qui paſſe par le Spectateur, fait avec l'Horizon, s'appelle la Ligne Méridienne.* 3914. * 3881.

Cette Ligne va du Septentrion au Midi.

7. Definition.

On donne le Nom d'Orientale à cette partie des Cieux, où nous voyons les Corps céleſtes s'élever au-deſſus de l'Horizon. 3915.

La partie oppoſée du Ciel, où nous voyons les mêmes Corps deſcendre au-deſſous de l'Horizon, s'appelle Occidentale. 3916.

Ces deux parties ſont ſéparées l'une de l'autre par la Ligne Méridienne, que nous concevons continuée des deux cotez, juſqu'au Ciel dans le Plan de l'Horizon. 3917.

Le Point de l'Orient eſt celui, dans lequel une Perpendiculaire à la Ligne Méridienne, menée à travers le Spectateur vers l'Orient, coupe la Sphère des Etoiles fixes. 3918.

8. Definition.

Le Point oppoſé s'appelle le Point de l'Occident. 3919.

9. Definition.

L'Amplitude d'un Aſtre eſt l'Arc de l'Horizon, compris entre le Point de l'Orient ou de l'Occident, & le Point où l'Aſtre ſe lève, ou ſe couche. La première s'appelle Orientale, & la ſeconde Occidentale: l'une & l'autre, ſont Septentrionale, ou Méridionale. 3920.

10. Definition.

Si l'on conçoit un Cercle perpendiculaire à l'Horizon, dans le 3921.

le Centre duquel ſoit le Spectateur, la Hauteur d'un Aſtre au-deſſus de l'Horizon eſt l'Arc de ce Cercle compris entre l'Horizon & cet Aſtre.

3922. Quand les Aſtres ſont fort éloignez, la Hauteur ne diffère pas ſenſiblement, ſoit qu'on ſuppoſe le Spectateur ſur la Superficie, ou au Centre de la Terre. Quand les Corps ne ſont pas à une fort grande Diſtance, ils doivent paroître plus élevez à un Spectateur placé au Centre de la Terre.

II. DEFINITION.

3923. *La Parallaxe d'un Aſtre eſt la Différence de la Hauteur de cet Aſtre, ſuivant que le Spectateur ſe trouve ſur la Superficie de la Terre, ou eſt ſuppoſé en occuper le Centre.*

3924. *On n'a pû déterminer juſqu'à preſent par des Obſervations Aſtronomiques que la ſeule Parallaxe de la Lune :* les Diſtances des autres Corps, qui compoſent nôtre Syſtème Planétaire, ſont trop grandes, pour pouvoir être comparées avec le Demi-Diamètre de la Terre ; & la Parallaxe dépend de la raiſon qu'il y a entre le Demi-Diamètre de la Terre, & la Diſtance de la Planète ; c'eſt ce qui fait que 3925. *la Parallaxe de Mars, lorſque cette Planète eſt en Oppoſition avec le Soleil, n'a pû être déterminée par les Obſervations les plus ſubtiles.*

3926. *La Parallaxe*, quand elle a lieu, *diminue à meſure que l'Aſtre s'éleve au-deſſus de l'Horizon, & eſt nulle dans le Zénith.*

3927. La Hauteur apparente des Aſtres change auſſi par une autre 3928. Cauſe, qui a lieu à l'égard de tous les Corps céleſtes. *La Refraction, cauſée par l'Atmoſphère*, plie les Rayons, & *fait* * 3856. *paroître les Aſtres plus élevez* * ; cependant, 3929. *plus ils ſont* * 2809. *élevez, plus cette Inflexion eſt petite* *, parceque les Ra- 3930. yons entrent moins obliquement dans l'Atmoſphère. *La Refraction n'eſt guères ſenſible à la Diſtance de vingt ou de* * 2793. *trente Degrez du Zénith, & eſt nulle au Zénith même* *.

3931. Comme *la Refraction fait paroître les Aſtres* plus élevez, on les voit *avant qu'ils ſoient parvenus à l'Horizon.*

3932. Tout ce que nous venons de dire regarde en général la Su-
TAB. CXXVI. Fig. 2. perficie de la Terre, dont nous allons examiner à préſent les différentes parties : on détermine ces parties en rapportant à la Terre les différens Cercles dont nous avons fait mention en par-

parlant du Ciel. *La Terre a ſon Equateur, ſes Méridiens, ſes Tropiques, ſes Cercles Polaires.* Par le moyen de tous ces Cercles la Superficie de la Terre eſt diviſée comme la Sphère des Etoiles fixes l'eſt par des Cercles, qui répondent aux premiers, de ſorte qu'en menant une Ligne du Centre de la Terre à un des Cercles dans le Ciel, cette Ligne paſſe par le Cercle correſpondant ſur la Terre. Si les Poles ſont P, *p*; l'Equateur ſera E*e*; les Tropiques TT, *tt*; les Cercles Polaires AA, *aa*. 3933.

12. Definition.

Le Méridien, qui paſſe par un Lieu, s'appelle le Méridien de ce Lieu. 3934.

Le Plan de ce Méridien eſt perpendiculaire à l'Horizon, puisqu'il paſſe par le Spectateur & par le Centre de la Terre. 3935.

La Ligne Méridienne, menée en quelque Lieu que ce ſoit, fait partie du Méridien de ce Lieu *. 3936. * 3914.

13. Definition.

La Diſtance où un Lieu eſt de l'Equateur s'appelle la Latitude de ce Lieu, laquelle eſt meſurée par l'Arc du Méridien intercepté entre le Lieu & l'Equateur. 3937.

14. Definition.

Les Cercles parallèles à l'Equateur s'appellent Cercles de Latitude; comme B *b*. 3938.

En déterminant la Latitude d'un Lieu on détermine par cela même le Cercle de Latitude, qui paſſe par ce Lieu: pour comparer entr'elles les Situations de différens Lieux, il faut marquer la place qu'occupent les Lieux dans chaque Cercle; ce qui ſe fait en concevant un Méridien, qui paſſe par quelque Lieu remarquable, & qui par ſa Section avec chaque Cercle de Latitude détermine le point, d'où l'on meſure la Diſtance des Lieux. 3939.

15. Definition.

Le Méridien en queſtion, pris à volonté, s'appelle le premier Méridien. 3940.

16. Definition.

La Diſtance, où un Lieu eſt du premier Méridien, meſurée par l'Arc d'un Cercle de Latitude, s'appelle la Longitude de ce Lieu. 3941.

3942. *Les Aſtronomes rapportent tout au Méridien du Lieu où ils ſont leurs Obſervations.*

3943. En expliquant les Phénomènes, qui concernent les différentes parties de la Superficie de la Terre, nous conſidérons le Spectateur comme avançant du Pole vers l'Equateur; & nous ne ferons d'abord attention qu'au ſeul Mouvement diurne.

3944. TAB. CXXV. Fig. 3. *Quand le Spectateur ſe trouve* en S *dans le Pole de la Terre* T, l'Horizon coincide avec l'Equateur céleſte E*e*, & P, Pole du Monde, répond au Zénith du Spectateur; en ce cas, comme les Cercles parallèles à l'Horizon, ſont auſſi parallèles à l'Equateur; tous les Corps céleſtes paroiſſent ſe mouvoir, * 3888. d'un Mouvement parallèle à l'Horizon *, dans des Cercles repréſentez par les Lignes A*a*, B*b*. *Les Corps céleſtes dans l'Hémi-Sphère* EP*e ne ſe couchent jamais; les autres reſtent toujours cachez.*

3945. *Quand le Spectateur ſe trouve dans cette Situation, on dit que l'Horizon, ou, en général, la Sphère eſt Parallèle.*

3946. TAB. CXXV. Fig. 4. *Si le Spectateur*, placé ſur la Terre T, *s'éloigne du Pole*, & ſe trouve en S, *on donne, tant à l'Horizon qu'à la Sphère, le Nom d'Oblique*; l'Axe P*p* eſt alors d'autant plus incliné à l'Horizon *h h*, que le Spectateur s'éloigne davantage du Pole.

17. DEFINITION.

3947. *L'Angle, que l'Axe de la Terre fait avec l'Horizon, s'appelle la Hauteur du Pole* *. * 3921.

3948. *La Hauteur du Pole eſt égale à la Latitude.* La première eſt marquée par l'Angle PT*h*; auquel l'Arc P*h* ſert de meſure; la Latitude eſt meſurée par l'Arc, qui répond ſur la Terre à l'Arc ZE dans le Ciel *. Or ce dernier eſt égal à * 3937. l'Arc P*h*, l'Arc ZP étant le complement de l'un & de l'autre au Quart de Cercle.

3949. Comme *dans cette Situation du Spectateur* l'Equateur eſt incliné à l'Horizon, *tous les Corps céleſtes décrivent par le Mouvement diurne des Cercles inclinez à l'Horizon* *, qui * 3888. ſont repréſentez dans la Figure par les Lignes A*a*, B*h*.

3950. *Quelques Corps céleſtes ſe levent & ſe couchent à chaque Revolution que la Terre fait ſur ſon Axe*, ſçavoir ceux, qui ſe trouvent entre les Parallèles à l'Equateur B*h*, *hi:* parce-

que

que tous les Cercles parallèles, contenus entre ceux-ci, ſont coupez par l'Horizon.

Les Plans de l'Equateur & de l'Horizon paſſent par le Centre de la Terre; ainſi ces Cercles ſe coupent en deux parties égales, & la moitié de l'Equateur eſt au-deſſus de l'Horizon. 3951.

Cela étant, *les Corps céleſtes, qui ſont dans l'Equateur, reſtent ſur l'Horizon pendant que la Terre fait une demi-Revolution ſur ſon Axe* *; &, à cauſe de l'Uniformité de ce Mouvement de la Terre, *ſont inviſibles pendant le même eſpace de Tems.* 3952. * 3887.

Ces mêmes *Corps ſe levent dans le Point de l'Orient & ſe couchent dans le Point de l'Occident*; Car la Section des Plans de l'Equateur & de l'Horizon, eſt perpendiculaire à un Plan, perpendiculaire lui même aux Plans de l'Equateur & de l'Horizon; or comme le Plan en queſtion eſt celui du Méridien du Lieu *, la Section, dont nous venons de parler, eſt perpendiculaire à la Ligne Méridienne *, & par conſequent paſſe par les Points de l'Orient & de l'Occident *. 3953. * 3881. 3935. * 3936. * 3918. 3919.

Les Corps, placez, comme dans le Cercle A*a*, *entre l'Equateur & le Cercle parallèle* B*b*, *qui touche l'Horizon, ſont plus long-tems au-deſſus de l'Horizon qu'au-deſſous*; *& la différence eſt d'autant plus grande, que le Cercle*, comme A*a*, *ſe trouve moins éloigné du Pole, qui eſt ſur l'Horizon*; au contraire, *plus un Corps s'approche du Pole oppoſé, & plus le Tems, qu'il reſte ſur l'Horizon, eſt court.* 3954. 3955.

L'Inégalité entre le Tems qu'un Corps reſte au-deſſus de l'Horizon & le Tems qu'il reſte au-deſſous, augmente avec la Hauteur du Pole, à cauſe de la diminution de l'Angle que l'Equateur & les Cercles, qui lui ſont parallèles, font avec l'Horizon. 3956.

Les Corps, dont la Diſtance du Pole eſt égale à ſa Hauteur, ne ſe couchent jamais. Telle eſt, par Ex. la Diſtance du Cercle B*b*, qui touche l'Horizon, & dont aucune Partie n'eſt au-deſſous. *Des Corps, moins éloignez du Pole, ne parviennent pas même juſqu'à l'Horizon.* 3957.

On prouve par un raiſonnement tout pareil, que *les Corps, dont la Diſtance du Pole oppoſé ne ſurpaſſe pas la Hauteur du Pole*, ne paroiſſent jamais ſur l'Horizon; & *ſont toujours inviſibles.* 3958.

3959. *Les Corps, qui ſont à la Diſtance* EZ *de l'Equateur, égale à la Hauteur du Pole, paſſent par le Zénith* L; car EZ eſt égale à la Latitude du Lieu, qui eſt égale à la Hauteur
* 3948. du Pole *.

3960. *Quand le Spectateur* S s'éloigne du Pole autant qu'il le peut,
TAB. CXXV. Fig. 5. il *arrive à l'Equateur*, dont les Points ſont également éloignez de l'un & l'autre Pole *. l'Axe P*p* ſe trouve alors dans
* 3933. l'Horizon, que l'Equateur coupe à Angles droits *; & l'*on*
* 3879. 3933. *nomme* en ce cas *l'Horizon droit, ou la Sphère droite.*

L'Horizon coupe en deux parties égales tous les Cercles parallèles à l'Equateur, qui ſont repréſentez par les Lignes
3961. A*a*, B*b*; c'eſt pourquoi *tous les Corps céleſtes ſe levent & ſe couchent, à chaque Revolution de la Terre ſur ſon Axe, & ſont viſibles & inviſibles pendant des Tems égaux.*

3962. *Le Zénith eſt dans l'Equateur: par conſequent tous les Corps qui ſont dans l'Equateur paſſent par le Zénith, une fois chaque Jour.*

3963. Ce que nous venons de dire du Mouvement diurne, étant appliqué aux Corps, dont nous avons dejà examiné les Mouvemens apparens, il y aura moyen de déterminer les Phénomènes qui réſultent de ces différens Mouvemens réunis enſemble.

Les Phénomènes, relatifs au Soleil, ſont plus remarquables que les autres, & méritent par cela même d'être expliquez à part.

18. Definition.

3964. *On appelle Jour Naturel, le Tems qui s'écoule depuis le moment que le Soleil quitte le Méridien d'un Lieu, juſqu'au retour ſuivant de cet Aſtre au même Méridien.*

3965. *Ce Jour diffère du Tems qu'il faut à la Terre pour faire une Revolution ſur ſon Axe:* différence qui n'auroit pas lieu, ſi le Soleil paroiſſoit immobile entre les Etoiles fixes; mais pendant que par le Mouvement diurne, dans le Tems d'une Revolution de la Terre ſur ſon Axe, le Soleil va d'Orient
* 3886. en Occident *, il ſe meut dans l'Ecliptique d'Occident en O-
* 3779. rient *, & arrive par cela même plus tard au Méridien.

3966. Mais comme cet Aſtre ne parcourt pas chaque Jour un
3967. Eſpace égal dans l'Ecliptique *, tous *les Jours Naturels* n'ex-
* 3780. cédent pas également une Revolution de la Terre ſur ſon Axe;

&

& par conſéquent ces Jours *ſont inégaux entr'eux.*

Cette inégalité a encore une autre cauſe, ſçavoir l'Inclinaiſon de l'Ecliptique à l'égard de l'Equateur; d'où il ſuit que le Chemin annuel du Soleil eſt, dans ſes différens Points, inégalement incliné à l'Equateur; & que quand même le Soleil décriroit chaque Jour une égale portion de l'Ecliptique, les Jours Naturels n'excéderoient point également pour cela le Tems d'une Revolution de la Terre ſur ſon Axe; car en décompoſant le Mouvement du Soleil en deux autres Mouvemens *, l'un parallèle à l'Equateur, & l'autre perpendiculaire à ce Cercle, le premier de ces Mouvemens devra ſeul être conſidéré en déterminant l'excès dont il s'agit; cela étant, ſon inégalité eſt démontrée, tant par la différence d'Inclinaiſon, que nous avons indiquée, que parce que le Soleil ſe trouve chaque Jour à une autre Diſtance du Pole. 3968. * 1155.

Ces Cauſes d'inégalité concourent ſouvent, & ſont auſſi ſouvent oppoſées. 3969.

Chaque Jour Naturel eſt partagé en vingt-quatre parties égales, qui s'appellent des Heures. On diviſe chaque Heure en ſoixante Minutes, chaque Minute en ſoixante Secondes, & ainſi de ſuite. 3970.

Il paroit par ce qui vient d'être dit *, que *ces parties de Tems varient en différens Jours.* 3971. * 3967.

Les Aſtronomes les réduiſent à l'égalité, en conſidérant le nombre d'Heures compris dans le Tems que le Soleil employe à parcourir l'Ecliptique une fois, ou davantage, & en partageant ce Tems en autant de parties égales, qu'il s'y trouve d'Heures; aſſignant vingt-quatre de ces parties à chaque Jour. 3972.

19. & 20. Definition.

On appelle le Tems, dont les parties ſont réduites à l'égalité par cette Méthode, *Tems moyen, & la Réduction même s'appelle Equation du Tems.* 3973.

En déterminant les Périodes des Mouvemens céleſtes, on fait toujours uſage de Jours & d'Heures du Tems moyen. 3974.

21. Definition.

Le Tems que le Soleil reſte ſur l'Horizon s'appelle le Jour Artificiel. 3975.

C'eſt de ce Jour qu'il s'agit, quand on parle du Jour, par oppoſition à la Nuit.

3976. *En déterminant la Longueur des Jours artificiels on ne fait aucune attention à l'Equation du Tems.*

3977. *Le Crépuſcule précède toujours le Lever & ſuit toujours le Coucher du Soleil; nous déſignons par ce Nom ce Jour imparfait, qu'on appelle ordinairement Aurore pour le Matin & Crépuſcule pour le Soir.*

3978. *Les Crépuſcules ont pour cauſe l'Atmoſphère, qui eſt éclairée par les Rayons du Soleil, & dont les Particules renvoyent la Lumière* de tous cotez; c'eſt ce qui fait que quelques Rayons parviennent *juſqu'à nous, quoique le Soleil ſoit de dix-huit Degrez au-deſſous de l'Horizon.*

3979. *Dans la Sphère droite*, c'eſt-à-dire, pour tous ceux, qui
* 3960. vivent ſous l'Equateur *, *les Jours & les Nuits ſont de même*
* 3961. *longeur pendant toute l'Année* *, c'eſt-à-dire, de douze Heu-
* 3970. res *.

3980. *Dans la Sphère oblique les Jours ſont plus grands ou plus petits, ſuivant la différente Diſtance où le Soleil eſt de l'E-*
* 3954. *quateur, vers l'un ou l'autre Pole* *; la plus grande Diſtan-
3955. ce, à laquelle cet Aſtre s'éloigne de l'Equateur, eſt de 23
* 3892. 3893. Degr. 29′ *.

3981. *Le Soleil eſt dans l'Equateur même vers le 21 de Mars,*
* 3952. *& le 23 de Septembre, & le Jour eſt alors égal à la Nuit* *, *ce qui a lieu pour toute la Terre, à l'exception des Poles.*

22. DEFINITION.

3982. *On donne le Nom d'Equinoctiaux, aux Points de l'Ecliptique, dans leſquels cette Ligne eſt coupée par l'Equateur* *.
* 3890. Parceque le Soleil eſt dans ces Points, lorſque l'égalité de Jours & de Nuits, dont nous venons de parler, ſe trouve avoir lieu.

23. DEFINITION.

3983. *On appelle Solſtitiaux les Points de l'Ecliptique, dans leſ-*
* 3894. *quels les Tropiques touchent ce Cercle* *. Parceque le Soleil, quand il approche de ces Points, ou qu'il vient de les paſſer, ne change pas ſenſiblement de Déclinaiſon, pendant quelques Jours, & que la Longueur des Jours paroit être la même.

3984. S'il y a des Habitans *ſous les Poles*, ils ne voyent le Soleil ſe lever & ſe coucher qu'une ſeule fois par an, & *l'Année ne conſiſte* pour eux *qu'en un ſeul Jour & une ſeule Nuit.* Le Soleil reſte ſur l'Horizon pendant qu'il parcourt la moitié de l'E-

l'Ecliptique *, & eſt ſous l'Horizon le reſte du Tems. Cependant *le Jour eſt allongé par la Refraction* *, *& les Crépuſcules durent fort long-tems*, puiſqu'ils ont lieu toutes les fois que la Déclinaiſon du Soleil vers le Pole caché ne ſurpaſſe pas 18 Degr. *. * 3890. 3944. 3985. * 3931.

Rélativement au Pole Arctique, le Soleil eſt au-deſſus de l'Horizon, pendant qu'il parcourt les ſix premiers Signes, ſçavoir, depuis le Bélier juſqu'à la Balance; c'eſt ce qui fait que pour ce Pole *le Jour ſurpaſſe la Nuit de neuf Jours naturels* *, *ſans compter la diminution que la Nuit éprouve par la Refraction* *. * 3978. 3986. * 3784. * 3985.

A ces Conſidérations générales, qui regardent les différentes Situations de l'Horizon, nous en allons ajouter à préſent quelques autres plus particulières.

On diviſe toute la Superficie de la Terre en cinq Zones. 3987.

La première, qui s'appelle *la Zone Torride*, *eſt contenuë entre les deux Tropiques* TT, *tt*; il y en a deux autres Tempérées, & deux Froides. 3988. TAB. CXXVI. Fig. 2.

La Zone Tempérée Septentrionale *eſt terminée par le Tropique* du Cancer TT, *& par le Cercle Polaire* Arctique AA: la Zone Tempérée Méridionale eſt contenuë entre le Tropique *tt*, & le Cercle Polaire *aa*. 3989.

Les Zones Froides ont les Poles pour Centres, & ſont terminées par les Cercles Polaires. 3990.

Dans la Zone Torride la Hauteur du Pole ne va pas à 23 Degr. 29′ *, & le Soleil ſe trouve deux fois chaque Année, vers le Pole qui eſt ſur l'Horizon, à une Diſtance de l'Equateur, égale à la Hauteur du Pole *; ainſi *le Soleil paſſe deux fois par An, à Midi, par le Zénith* *. Par la même raiſon aux extrèmitez de cette Zone, c'eſt-à-dire, *ſous les Tropiques, le Soleil n'eſt qu'une fois chaque Année dans le Zénith* *. 3991. * 3988. 3948. * 3892. 3893. * 3959. 3992. * 3892. 3893. 3894.

Dans les Zones Tempérées & Froides la plus petite Hauteur du Pole ſurpaſſe la plus grande Diſtance où le Soleil peut ſe trouver de l'Equateur *; c'eſt ce qui fait que *le Soleil ne paſſe jamais par le Zénith* des Habitans de ces Zones *. Cependant *le Soleil s'élève le même Jour à une plus grande Hauteur, à meſure que la Hauteur du Pole eſt plus petite*: l'Inclinaiſon des Cercles du Mouvement diurne à l'Horizon étant alors plus petite auſſi. 3993. * 3892. 3989. 3990. * 3959. 3994.

Dans

3995. *Dans la Zone Torride, & dans les Zones Tempérées, le*
* 3950. *Soleil ſe leve & ſe couche chaque Jour naturel* *: car la Di-
3957. ſtance où le Soleil eſt du Pole ſurpaſſe toujours la Hauteur du
* 3892.
3989. Pole *.

3996. Cependant *les Jours artificiels ſont par tout inégaux en-*
* 3954. *tr'eux* *, *excepté ſous l'Equateur* *: inégalité, qui va en
* 3979. augmentant à meſure que les Lieux ſont moins éloignez de la
* 3956. Zone froide *.

3997. *Dans les Cercles Polaires*, qui ſéparent les Zones Tempé-
rées des Zones Froides, la Hauteur du Pole égale la Diſtan-
ce où le Soleil eſt du Pole, quand cet Aſtre ſe trouve dans le
* 3894. Tropique voiſin *; en ce cas, c'eſt-à-dire, *une fois chaque*
3897. *Année, le Soleil décrit, par le Mouvement diurne, une Re-*
volution, dans laquelle il ne deſcend point au-deſſous de l'Ho-
* 3957. *rizon* *.

3998. *Par tout dans la Zone Froide* la Hauteur du Pole ſurpaſſe
la plus petite Diſtance où le Soleil peut ſe trouver de ce Po-
* 3894. le *; de là vient que *pendant quelques Revolutions de la Ter-*
3990. *re ſur ſon Axe, le Soleil* eſt à une Diſtance du Pole, qui n'é-
gale pas la Hauteur du Pole, & *ne ſe couche point*, ne par-
* 3957. venant pas même à l'Horizon *. Mais quand le Soleil s'é-
loigne du Pole, & s'en trouve à une Diſtance plus grande que
* 3948. la Hauteur du Pole, ou la Latitude du Lieu *, chaque Jour
* 3950. naturel le Soleil ſe lève & ſe couche *; enſuite *cet Aſtre*, en
3999. s'avançant vers le Pole oppoſé, *reſte au-deſſous de l'Hori-*
* 3958. *zon* * *pendant quelque Tems, comme nous avons vû qu'il re-*
ſtoit au-deſſus de l'Horizon dans l'Art. précédent.

4000. Les Tems, dans leſquels le Soleil, achéve, par le Mouve-
ment diurne, des Revolutions entières au-deſſus & au-deſſous
4001. de l'Horizon, ſont d'autant plus grands, c'eſt-à-dire, *le Jour*
& la Nuit les plus longs durent d'autant plus, que le Lieu
dans la Zone Froide eſt moins éloigné du Pole; enfin, ſous le
* 3984. Pole même ils ſont d'une Année entière *.

4002. De la même cauſe, c'eſt-à-dire, *de l'Obliquité de l'Eclipti-*
que relativement à l'Equateur, de laquelle dépend tout ce
qui a rapport à la différente inégalité des Jours en différens
Lieux, *nous déduiſons* auſſi *la diverſité des Saiſons, qui ſe*
ſuccèdent chaque Année; nous parlerons d'abord des Saiſons
qui ont lieu à l'égard des Zones Froides & Tempérées, &
enſuite de celles de la Zone Torride.

Les

Les Rayons ſolaires communiquent de la Chaleur à l'Air, non quand ils viennent directement du Soleil, mais lorſqu'ils ſont refléchis irrégulièrement par des Corps, ou par la Superficie de la Terre *. Cet effet eſt d'autant plus grand, que les Rayons rencontrent la Superficie de la Terre moins obliquement; & cela par deux cauſes. 1. par la décompoſition du Mouvement de la Lumière en deux autres *, l'un parallèle à la Superficie, & l'autre perpendiculaire. C'eſt uniquement par le dernier de ces Mouvemens, qui diminue quand l'obliquité augmente, que la Lumière agit ſur les Corps. 2. Le Nombre des Rayons, qui tombent ſur la même partie de la Superficie de la Terre, eſt d'autant plus grand que la Direction de ces Rayons eſt moins oblique. 4003. * 2415. * 1155.

D'où il ſuit, que *les cauſes de la Chaleur augmentent, quand* le Soleil, en avancant vers le Pole, qui eſt ſur l'Horizon, fait que *les jours croiſſent*; à cauſe que le Soleil s'élève de Jour en Jour à une plus grande Hauteur, deſorte que l'obliquité des Rayons du Soleil eſt non ſeulement diminuée, mais que cet Aſtre reſte auſſi plus long-tems ſur l'Horizon: outre cela, pendant que les Jours croiſſent, les Nuits deviennent plus courtes, & la Chaleur, communiquée de Jour, a moins de tems pour décroitre. 4004.

Nous inférons de ce qui vient d'être dit, que dans les Zones Septentrionales, la cauſe de la Chaleur eſt la plus grande de toutes, quand le Soleil eſt dans le Tropique du Cancer *. Cependant *la Chaleur la plus grande n'eſt pas toujours là où eſt la plus grande cauſe de Chaleur*; car il y a augmentation de Chaleur, auſſi long-tems que la Chaleur, acquiſe de Jour, n'eſt pas entièrement détruite de Nuit; les augmentations journalières vont à la verité en diminuant, mais auſſi long-tems qu'il y a augmentation, la Chaleur croit. De même *le Froid le plus violent ne ſe fait pas ſentir le Jour le plus court de l'Année*, dans lequel l'obliquité des Rayons ſolaires eſt la plus grande, & le ſéjour du Soleil ſous l'Horizon le plus long; mais le Froid augmente auſſi long-tems que la diminution de Chaleur a lieu: diminution, au ſujet de laquelle on peut faire le même raiſonnement que nous avons fait touchant l'augmentation de la Chaleur. 4005. * 3896. 4006. 4007.

On diviſe l'Année en quatre Saiſons; la plus chaude s'ap- 4008.

pelle Eté; la plus froide Hyver; la Saiſon tempérée, qui ſuit l'Hyver, eſt connue ſous le nom de Printems; & celle, qui ſépare l'Eté de l'Hyver ſous celui d'Automne.

4009. *Dans la partie Septentrionale de la Terre, au commencement du Printems, le Soleil paroit au premier degré du Bélier: au commencement de l'Eté cet Aſtre décrit, par le mouvement diurne, le Tropique du Cancer. Quand il arrive au Signe de la Balance, l'Automne commence; & à l'entrée de l'Hyver, il decrit le Tropique du Capricorne:* propoſitions, qui ſe déduiſent ſans peine de ce qui vient d'être expliqué *.

* 4006. 4007. 4010. *Dans la partie Méridionale de la Terre l'Eté répond à l'Hyver de la partie Septentrionale; le Printems à l'Automne, & reciproquement.* Les cauſes générales, dont la Diviſion, qui vient d'être indiquée, dépend, ſont ſouvent dérangées par des cauſes particulières à quelques Lieux; ſurtout

4011. *dans la Zone Torride*, dont-il nous reſte à parler. Dans la plûpart des Endroits de cette Zone, *on n'a* proprement *que deux Saiſons, l'Eté & l'Hyver, qu'on* ne *diſtingue* preſque *l'une de l'autre* que *par la Secheresſe & l'Humidité.*

4012. *Quand le Soleil approche du Zénith de quelque Lieu*, il tombe des pluyes preſque continuelles, qui diminuent la Chaleur, & ſont cauſe qu'*on regarde ce Tems-là comme l'Hyver.*

4013. *Lorſque le Soleil s'éloigne*, les pluyes diminuent, *la Chaleur augmente, & l'on regarde ce Tems-là comme l'Eté.*

4014. *Au milieu de la Zone Torride il y a deux Etés, & autant d'Hyvers*; à cauſe que le Soleil ſe trouve deux fois par an au Zénith. *

* 3991.

4015. Vers les bords de cette Zone, il n'y a qu'un Hyver, quoique le Soleil ſoit deux fois dans le Zénith, l'eſpace de Tems, qui ſépare l'arrivée de cet Aſtre au Zénith, & ſon retour au même Point, etant ſi court que les deux Hyvers n'en forment proprement qu'un ſeul. Ainſi les Habitans de cette partie de la Zone Torride n'ont dans toute l'Année que deux Saiſons.

CHA-

CHAPITRE IX.

Des Phénomènes, produits par le Mouvement de l'Axe de la Terre.

NOus avons dit que l'Axe de la Terre étoit transporté d'un Mouvement parallèle *, sans faire attention à un autre petit Mouvement, qu'il a réellement, & dont nous allons parler à present. 4016. * 3721.

L'Axe de la Terre, en gardant son Inclinaison de 66. Degr. 31'. *au Plan de l'Ecliptique, fait une Revolution en sens retrograde*; c'est-à-dire, que cet Axe se tourne successivement de tous les cotez; & que ses Extrémitez, sçavoir *les Poles du Monde, décrivent autour des Poles de l'Écliptique des Cercles* d'Orient en Occident. *Cette Revolution s'achève dans l'Espace de près de vingt-six mille Ans: Période, qu'on appelle la grande Année.* 4017. 4018.

Comme la Terre paroit immobile à ses Habitans, ils rapportent ce Mouvement aux Corps célestes, de même que les autres Mouvemens dont nous avons parlé. Ainsi, pendant que les Poles du Monde se meuvent en sens retrograde autour des Poles de l'Ecliptique, & passent successivement par tous les Points, éloignez de ces Poles de 23 Degr. 29', ces Points mêmes, ou plutôt les Etoiles fixes qui s'y trouvent, paroissent s'approcher successivement des Poles du Monde, se mouvoir en sens direct, & décrire des Cercles, que les Poles du Monde décrivent réellement autour des Poles de l'Ecliptique, qui sont seuls en repos au Centre. Car les autres Etoiles paroissent transportées aussi bien que celles que nous venons d'indiquer, puis qu'elles gardent toutes entr'elles la même situation *. 4019. * 3689.

De là vient que toute *la Sphére des Etoiles fixes paroit tourner d'Occident en Orient, autour d'un Axe, mené par les Poles de l'Ecliptique*; & toutes les Etoiles décrivent par 4020.

leur Mouvement apparent des Cercles parallèles à l'Ecliptique ; ce qui n'apporte aucun changement à la Latitude des Etoiles.

Le Plan de l'Equateur fait un Angle droit avec l'Axe de la Terre ; ainſi par le mouvement en queſtion de cet Axe, la ſection commune au Plan de l'Equateur & au Plan de l'Ecliptique tourne ; &
4021. * 3890. *les premiers Points du Bélier & de la Balance* *, qui ſont toujours oppoſez, *parcourent d'Orient en Occident toute l'Ecliptique dans l'eſpace de* 25920 *Ans:* cependant ces Points ſont conſidérez comme immobiles par les Habitans de la Terre, qui attribuent aux Etoiles fixes un Mouvement d'Occident en Orient *.
* 4020.

4022. Ce même Mouvement des premiers Points du Bélier, & de la Balance, qu'on appelle *Préceſſion des Equinoxes*, fait que le Soleil, quand il a quitté un de ces Points, y revient, avant que d'avoir achevé ſa Revolution dans l'Ecliptique ; or comme les Equinoxes déterminent l'Année Ecliptique, ou vulgaire, cette Année eſt plus petite que le Tems périodique
* 3729. que la Terre employe à faire ſa Revolution *.

CHAPITRE X.

Des Etoiles fixes.

4023. NOus avons dit que les Etoiles fixes etoient des Corps lumineux, ſi éloignez, qu'il n'y avoit pas moyen de comparer leurs Diſtances avec celles d'aucun des Corps de nôtre Syſtème Planétaire. Car *les Aſtronomes n'ont pû, à l'aide même des Obſervations les plus ſubtiles, remarquer que les Poles du Monde changent de place dans le Mouvement annuel de la Terre* *, quoique ces Poles décrivent dans les
4024. * 2654. * 3721. Cieux des Cercles preſque égaux à l'Orbite de la Terre *.

I. DEFINITION.

4025. Ce changement de place du Pole s'appelle *Paralaxe annuelle.*

Les

Les Obſervations, faites avec des Téleſcopes, prouvent auſſi 4026.
que la Diſtance des Etoiles eſt immenſe. *Si l'on regarde une* 4027.
Etoile fixe quelconque, même des plus brillantes, *par un Téleſcope*, qui feroit paroître le Diamètre du Soleil égal au Diamètre de l'Orbite annuelle, *cette Etoile* ne *paroitra* que *comme un Point lumineux :* car toutes les Etoiles, vuës à travers un Téleſcope, paroiſſent plus petites qu'à l'Oeil nu: & ſi, dans ce dernier cas, elles paroiſſent avoir quelque Grandeur ſenſible, ce n'eſt que par ce qu'elles ſont étincelantes.

Pour diſtinguer les Etoiles, on les rapporte à differentes 4028.
Figures, qu'on concoit tracées dans le Ciel, & qu'on nomme Aſtériſmes ou Conſtellations.

Il y a dans le Zodiaque douze Aſtériſmes, connus ſous le 4029.
Nom général *de Signes du Zodiaque:* Voici leurs Noms empruntez des differens Objets qu'on a voulu leur faire repréſenter: *le Bélier, le Taureau, les Gemeaux, l'Ecréviſſe, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verſeau, les Poiſſons.*

Ces Signes ont donné leurs Noms aux douze parties de l'E- 4030.
cliptique, dont nous avons fait mention ci deſſus *: Du tems * 3783.
d'Hipparque les ſections de l'Ecliptique & de l'Equateur etoient ſituées entre les Aſtériſmes des Poiſſons & du Bélier, & entre ceux de la Vierge & de la Balance. *Les* Aſtériſmes 4031.
ont donné leurs Noms aux *parties de l'Ecliptique* qui les traverſoient ; & ces parties, *en ſuppoſant le commencement du Bélier & celui de la Balance dans les Interſections de l'Equateur & de l'Ecliptique*, comme cela étoit du Tems d'Hipparque, *ont gardé leurs Noms, quoique les Interſections ayent changé de place* *; ainſi l'on dit que le Soleil eſt dans le Signe * 4021.
du Taureau, lorſqu'il ſe trouve entre les Etoiles qui forment celui du Bélier.

Le Zodiaque ſépare la partie ſeptentrionale du Ciel de la 4032.
partie méridionale.

Les Conſtellations de la partie ſeptentrionale ſont, la pe- 4033.
tite Ourſe, la grande Ourſe, le Dragon, Céphée, les Lévriers, le Bouvier, la Couronne Boréale, Hercule, la Lyre le Cygne, le Lezard marin, Caſſiopée, la Giraffe, Perſée, Andromède, le Triangle, le petit Triangle, la Mouche, le Chartier, Pégaſe, le petit Cheval, le Dauphin, le Rénard,

l'Oye, la Flèche, l'Aigle, Antinoüs, l'Ecu de Sobieski, le Serpentaire, le Serpent, le Mont Ménale, la Chevelure de Bérénice, le petit Lion, le Linx.

4034. *Les Conſtellations de la partie méridionale*, dont pluſieurs ne paroiſſent jamais ſur notre Horizon, *ſont, la Baleine, l'Eridan, le Lièvre, Orion, le grand Chien, la Licorne, le petit-Chien, le Navire, l'Hydre fémell., le Sextant, la Coupe, le Corbeau, le Centaure, le Loup, l'Autel, la Couronne Auſtrale, le Poiſſon Auſtral, le Phènix, la Grüe, l'Indien, le Paon, l'Oiſeau Indien, le Triangle Auſtral, la Croizade, la Mouche, le Caméléon, le Chêne de Charles, le Poiſſon volant, le Toucan, l'Hydre, le Xiphias* ou la Dorade.

2. DEFINITION.

4035. *On appelle Informes les Etoiles qui ſe trouvent entre les Conſtellations.*

4036. *Toutes les Etoiles ne paroiſſent pas également lumineuſes; & elles ſont rangées par les Aſtronomes en ſix Claſſes.* Les plus lumineuſes s'appellent de la première Grandeur; d'autres de la ſeconde Grandeur, &c. juſqu'à la ſixième incluſivement.

4037. *Il y en a, qui ne ſont pas même rapportées à la dernière Claſſe, & qu'on nomme Nébuleuſes.*

4038. *On voit* auſſi *dans le Ciel une* certaine *Zone, qui* n'eſt point par tout de même largeur, & qui fait tout le tour du Ciel. Cette Zone, qui eſt double en quelques endroits, où elle ſe ſépare en deux, *s'appelle, à cauſe de ſa couleur, la Voye Lactée.* On ſçait par le moyen des Obſervations, faites
4039. avec des Téleſcopes, que *cette Voye eſt l'aſſemblage d'un Nombre prodigieux d'Etoiles, qu'on ne ſcauroit voir* à l'Oeil nû, à cauſe de leur petiteſſe, ou de leur éloignement.

4040. *Il y a vers le Pole Antarctique deux petits Nuages, pareils à la Voye Lactée, qui ſont auſſi des aſſemblages d'Etoiles très petites*, qu'on ne peut appercevoir qu'à l'aide des Téleſcopes. Outre les Etoiles, qui forment ces petits Nua-
4041. ges & la Voye Lactée, *on découvre, par le moyen des Téleſcopes, dans toute l'étendue des Cieux, un très grand Nombre de petites Etoiles, qui échapent à la ſimple vuë.* Souvent un amas d'Etoiles paroit à l'Oeil nû n'en former qu'une ſeule.

4042. *Quelques Etoiles ſont viſibles & inviſibles alternativement,*

ment, observant à cet égard des retours réglez; d'autres sont successivement tantot plus & tantot moins brillantes, & ne peuvent être vuës que par des Telescopes, dans des tems déterminez. Cependant elles *n'ont pas exactement le même degré de clarté chaque fois qu'elles reparoissent.*

On a vû quelquefois paroître tout-à-coup de nouvelles E- 4043.
toiles, dont l'Eclat surpassoit celui des Etoiles de la pre-
mière Grandeur, mais qui, après avoir perdu successivement
leur Lumière, ont disparu peu de Tems après, & n'ont pas
été apperçües depuis.

Outre les Etoiles *on observe aussi dans le Ciel plusieurs* 4044.
Tâches blanchâtres, & en quelque sorte lumineuses, qu'on
ne sçauroit voir à l'Oeil nû. Car en regardant de cette manière les Tâches en question on rapporte leur Lumière aux Etoiles qu'elles contiennent, ou bien on les prend pour des Etoiles nébuleuses. On ne sçauroit dire avec certitude ce que c'est proprement que ces Tâches; peut-être sont-ce des assemblages d'Etoiles, qui ont le même rapport avec les Etoiles, qu'on ne voit que par le Telescope, que les Etoiles, qui forment la Voye Lactée, ont avec celles qu'on apperçoit à la simple vuë.

LIVRE VI.

Partie II. Cauſes Phyſiques des Mouvemens Céleſtes.

CHAPITRE XI.

De la Gravité Univerſelle.

4045. APrès avoir marqué quels ſont les Mouvemens des Corps céleſtes, & à quels Phénomènes ils donnent lieu, nous allons expliquer preſentement ſuivant quelles Loix ces Mouvemens ſe font.

4046. Nous avons indiqué ci-deſſus les Loix ſuivant leſquelles
* 355. les Mouvemens des Corps ſont dirigez *. En y ajoutant enco-
357. 361. re une ſeule Loi, tout l'Art, par lequel notre Syſtème Planétaire eſt gouverné, ſera dévoilé.

Voici cette Loi:

4047. *Tous les Corps gravitent mutuellement les uns vers les autres.*

4048. *Cette gravité de la Matière eſt proportionelle à ſa Quantité.*

4049. *A d'inégales Diſtances elle eſt en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance.*

4050. C'eſt-à-dire, tous les Corps tendent les uns vers les autres, par une Force, qui ſe trouve dans chaque particule de Matière; & la Force, avec laquelle un Corps agit ſur les autres Corps, eſt la ſomme des Forces des particules dont ce Corps eſt compoſé; ainſi cette Force augmente en même raiſon que la Quantité de Matière; & eſt toujours la même dans chaque particule. Elle eſt, en général, la même auſſi à la même Diſtance, & quand la Diſtance augmente, la Force décroit

croit en même raiſon que le Quarré de l'augmentation de la Diſtance.

Nous donnons à cette Force le Nom de Gravité, en conſiderant un Corps qui tend de lui même vers un autre; car c'eſt par ce mot qu'on déſigne cette même Force dans le voiſinage de la Terre *. 4051.

* 148.

En conſidérant un Corps, vers lequel un autre tend, nous appellons cette Force Attraction. Ces mots marquent une ſeule & même choſe; & nous nous en ſervons pour exprimer un Effet, & rien de plus; car, comme toute Gravité eſt reciproque *, dire que les Corps gravitent les uns vers les autres, c'eſt dire, en d'autres termes, que les Corps s'attirent mutuellément, ou tendent mutuellement d'eux mêmes les uns vers les autres. 4052.

* 361. 365.

Nous tenons cet Effet pour une Loi de la Nature *, parce qu'il a toujours lieu, que nous en ignorons la Cauſe, & qu'il eſt impoſſible de la déduire des Loix qui nous ſont connuës, comme nous le verrons tout-à-l'heure. Prouvons d'abord par des Phénomènes que la Gravité en queſtion a réellement lieu. 4053.

* 7.

Les Planètes du premier ordre ſont retenuës dans leurs Orbites par des Forces, qui tendent vers le Centre du Soleil *; *ainſi* il y a une Force, par laquelle les Planètes ſont portées vers le Soleil, & par laquelle le Soleil tend auſſi reciproquement vers chacune d'elles *: c'eſt-à-dire, que *le Soleil gravite vers les Planètes* & que *celles-ci gravitent vers le Soleil.* 4054.

* 586. 3712.

* 361. 365.

On peut prouver de même, que *les Satellites de Jupiter tendent vers Jupiter*, & que *Jupiter tend vers eux*; *ce qui eſt vrai pareillement de Saturne & de ſes Satellites* *. 4055.

* 586. 3739. 365.

La Lune & la Terre s'attirent auſſi *mutuellement* *. 4056.

Tous les Satellites gravitent vers le Soleil, ayant tous un Mouvement régulier autour des Planètes, auxquelles ils appartiennent, préciſément comme ſi ces Planètes étoient en repos; ce qui démontre, que les Satellites ſont emportez d'un Mouvement commun avec leurs Planètes; c'eſt-à-dire que la même Force, qui attire à chaque inſtant les Planètes du premier ordre vers le Soleil, agit ſur *les Satellites*, & fait qu'ils 4057.

* 586. 3739. 365.

ſont portez vers le Soleil avec la même viteſſe que leurs Planètes.

4059. Les irrégularitez mêmes dans le Mouvement des Satellites, qui ſont ſi peu conſiderables, qu'on ne peut s'en appercevoir qu'à l'égard de la Lune ſeule, confirment cette Gravitation des Satellites vers le Soleil ; car nous verrons dans la ſuite, que ces irrégularitez, relativement à la Lune, dépendent de la Gravitation de cette Planète vers le Soleil : Gravitation, qui agit differemment ſuivant la différente Diſtance de cet Aſtre, & ſuivant la direction des Lignes, par leſquelles la Terre & la Lune tendent vers le Soleil : Lignes qui ne ſont pas toujours parallèles.

4060. Il ſuit de la Gravitation des Satellites vers le Soleil, que *le*
* 361. *Soleil gravite vers eux* *.
365.

4061. Les Aſtronomes ont obſervé au ſujet de la Force par laquelle les Planètes du premier Ordre gravitent les unes vers les autres, que Saturne ſe détourne un peu de ſon Chemin, quand Jupiter, la plus grande de toutes les Planètes, eſt auſſi près de lui qu'il eſt poſſible ; de ſorte qu'on peut démon-
4062. trer par des Obſervations immédiates, que *Jupiter & Saturne gravitent mutuellement l'un vers l'autre.*

4063. Flamſteed a même remarqué, que, dans le cas en queſtion, Saturne dérange le Mouvement des Satellites de Jupiter, les
4064. attirant tant ſoit peu à lui ; ce qui prouve que *les Satellites de Jupiter gravitent vers Saturne, & Saturne vers eux.*

4065. De tout ce qui a été dit dans les Art. 4054. . . . . 4062, il ſuit, que les dix-ſept Corps, qui compoſent nôtre Syſtème Planétaire, gravitent tous mutuellement les uns vers les autres, quoi qu'il n'y ait pas eu moyen de faire des Obſervations immédiates ſur la Gravitation de chacun de ces Corps
* 11. vers chacun des autres *.

4066. La ſeconde partie de la Loi eſt *, que la Gravité eſt pro-
* 4048. portionelle à la Quantité de Matière, c'eſt-à-dire, que chaque Particule de Matière gravite vers toute autre ; & par conſequent, que la Loi de la Gravité eſt univerſelle, & que chaque Corps gravite vers tout autre ; ce qui eſt démontré d'ailleurs par les Phénomènes.

4067. Les Forces de la Gravité ſont comme les Actions produi-

tes

tes dans le même Tems *, & ces Actions, en ſuppoſant les Eſpaces parcourus égaux, ſont comme les Quantitez de Matière dans les Corps, qui ont parcouru ces Eſpaces *: d'où il ſuit clairement, que des Corps inégaux, placez à la même Diſtance du Corps qui les attire, étant mûs avec la même Viteſſe par la Gravité *, les Forces de la Gravité doivent être proportionelles à la Quantité de Matière. Une Expérience journalière nous fait voir que la même choſe a lieu à l'égard de tous les Corps, qui ſont *dans le voiſinage de la Terre* *: mais *la Gravité mutuelle des Corps*, dont il s'agit, *n'eſt pas ſenſible*, à cauſe de l'extrême diſproportion qu'il y a entr'elle, & la Gravité qui attire ces Corps vers le Centre de la Terre: cette dernière étant ſi forte, que l'autre n'en ſçauroit changer ſenſiblement la direction.

* 126. * 131. 132. * 4057. 4068. * 156.

Nous démontrerons tout-à-l'heure d'une autre manière, c'eſt-à-dire par les Phénomènes, cette Gravitation univerſelle de chaque particule de Matière vers toutes les autres *.

4069. * 4072. 4074.

La troiſième partie de la Loi, que nous examinons eſt: Que la Gravité diminue, quand la Diſtance augmente, & eſt en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance: Propoſition auſſi fondée ſur les Phénomènes.

4070.

Les Corps, ſur leſquels la Force de la Gravité agit proportionellement à la Quantité de Matière, comme dans nôtre Syſtème Planétaire, ſont, comme nous l'avons dit, tranſportez avec la même Viteſſe, quand les Circonſtances ſont les mêmes, de ſorte qu'il n'importe pas, que ces Corps ſoient plus grands ou plus petits, étant toujours mûs comme s'ils étoient égaux. Cela étant, ſi la Force, qui attire vers un Point, décroit en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance de ce Point, & que des Corps faſſent leurs Revolutions autour de ce même Point, à différentes Diſtances, & ſoient retenus dans des Cercles par la Force qui les attire, les Quarrez des Tems périodiques ſeront entr'eux, comme les Cubes des Diſtances *. Ce qui a lieu auſſi, relativement aux Diſtances moyennes *, dans des Lignes Elliptiques, vers les Foyers deſquelles les Forces ſont dirigées. Or ce cas a lieu à l'égard des Corps, qui tournent autour du Soleil, de Saturne & de Jupiter *; d'où il ſuit, que la Force de la Gravité, en s'éloi-

4071. * 621. 623. * 627. * 3747.

gnant des Centres de ces Corps, décroit en raiſon inverſe des Quarrez des Diſtances.

4072. Nous démontrons par ce Raiſonnement, que, la Gravité étant ſuppoſée proportionelle à la Quantité de matière, cette Gravité décroit en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance. De même, cette Diminution en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance étant ſuppoſée, on peut en inférer que la Gravité eſt proportionelle à la Quantité de Matière.

4073. On peut encore prouver par un autre Argument, que la Gravité diminue en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance; de ſorte qu'il ne ſçauroit reſter aucun doute au ſujet des deux Loix de Gravité dont il eſt ici queſtion.

4074. Les Planètes ſe meuvent dans des Orbites qui ſont en re-
* 3696. pos *; & y ſont retenuës par des Forces, qui tendent vers
* 3697. un Point excentrique *; or il eſt certain, que la choſe ne
4054. ſçauroit avoir lieu, à moins que la Force centrale ne décroiſſe
* 637. en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance *.

4075. On peut prouver par un Raiſonnement ſemblable, qu'en s'éloignant du Centre de la Terre, la Gravité décroit ſuivant la même Loi: car la Lune eſt retenuë dans ſon Orbite par une Force, qui tend vers le Centre de la Terre, c'eſt-à-dire, vers
* 586. un Point excentrique *: & quoique la Ligne des Apſides ne ſoit
3739. pas tranſportée d'un Mouvement parallèle, le Mouvement de
3740. cette Ligne, en ne faiſant attention qu'à chaque Révolution, eſt ſi petit, qu'on peut la conſidérer comme en repos: Dans le Chapitre XVI. de ce Livre nous déterminerons la Force, qui retient la Lune dans une Orbite mobile, & nous verrons que la Diminution de la Force de la Gravité rélativement à la Lune, diffère très peu de la raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance, & que cette différence doit être attribuée à l'Action du Soleil.

Pour qu'il ne reſte aucun doute au ſujet de la Diminution
4076. dont nous venons de parler, nous ajouterons, que *la Lune eſt retenuë dans ſon Orbite par la même Force, qui fait que les Corps dans le voiſinage de la Terre tombent vers la Terre*; & que cette Force eſt diminuée ſuivant la Loi que nous avons établie, c'eſt-à-dire, en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance.

4077. La Diſtance moyenne de la Lune eſt de $60\frac{1}{2}$ Demi-Diam. de

de la Terre, c'eſt-à-dire de 60,50; ſuppoſons la de 60,522: cette différence eſt très petite, ſi l'on fait attention, que la Diſtance, que nous venons de ſuppoſer, eſt elle même moyenne entre les diverſes Diſtances moyennes déterminées par différens Aſtronomes. Nous avons vû ci-deſſus que le Diamètre de la Terre contenoit 3389940 Perches du Rhin *; d'où, le Tems périodique de la Lune étant connu *, l'on peut inférer aiſément, que la Lune parcourt dans ſon Orbite en une Minute 196594 Pieds du Rhin. Cet Arc ne forme pas la centième partie d'un Degré, & peut, par cela même, être pris pour ſa Corde; ainſi le Diamètre de l'Orbite eſt à cet Arc, comme cet Arc à ſon Sinus verſe; qui ſe trouve être de 15,6982, Pieds du Rhin, & qui exprime de combien la Lune & la Terre, par leur Attraction mutuelle, ſe ſont approchées l'une de l'autre, dans le Tems d'une Minute: mais, comme nous l'avons dit, la Gravitation de la Lune vers la Terre éprouve quelque changement par l'Action du Soleil; &, comme nous le verrons dans le Chap. XVI. l'Effet de toute l'Action eſt une Diminution de Gravité, qui eſt à la Gravité même, comme 1 à 180,66; voilà pourquoi l'Eſpace 15,6982, doit être augmenté ſuivant cette Proportion, pour ôter la Diminution cauſée par l'Action du Soleil, ce qui le rendra de 15,7851, Pieds.

* 3750. * 3743.

L'Eſpace parcouru par tout Corps, que ſa Gravité fait tendre vers un autre, dépend de la Force avec laquelle il eſt attiré vers ce Corps, dont toutes les Particules l'attirent *; ainſi les Eſpaces, que la Lune & la Terre parcourent, en s'approchant l'une de l'autre, ſont en raiſon inverſe des Quantitez de Matière qu'elles contiennent. Donc comme la Quantité de Matière dans la Lune & la Terre conjointement, eſt à la Quantité de Matière dans la Terre, ainſi l'Eſpace parcouru par toutes deux, en s'approchant l'une de l'autre, eſt à l'Eſpace parcouru par la Lune ſeule. Or les Quantitez de Matière dans la Lune & dans la Terre, comme nous le verrons dans le dernier Chapitre, ſont entr'elles comme 1 & 39,31, & le Nombre 40,31, eſt à 39,31, comme 15,7851, à 15,3935, Eſpace parcouru par la Lune; d'où il ſuit, que par l'Effet de la Gravité, l'Eſpace de 15,3935, Pieds ſeroit parcouru, vers la Terre, par un Corps quelconque, placé à la même Diſtance que la Lune, dans le Tems d'une Minute *,

4078. * 4066.

* 4067.

4079. La Force, qui produit cet Effet, croiſſant en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance du Centre, l'Eſpace, parcouru dans le même Tems, à la Diſtance d'un Demi-Diamètre de la Terre, c'eſt-à-dire, vers la Superficie de nôtre Globe, ſera de $60,522 \times 60,522 \times 15,3935$. Pieds; mais parceque dans tout Mouvement uniformement accèleré, comme ici, (car nous conſiderons la Force en queſtion agiſſant à la Diſtance quil y a entre la Superficie & le Centre de la Terre) les Quarrez des Tems
* 374. ſont comme les Eſpaces parcourus en tombant *, ſi l'on diviſe ce Nombre par 60×60, c'eſt-à-dire, par 3600, nous aurons l'Eſpace qu'un Corps parcourt en une Seconde dans le voiſinage de la Terre, par la même Force, qui retient la Lune dans ſon Orbite: Eſpace, qui eſt de 15,6625. Pieds du Rhin.

4080. Si nous examinons préſentement la Gravité, que nous éprouvons journellement avoir lieu à l'égard de tous les Corps près
* 147. de la Superficie de la Terre *, il paroitra par ce qui a été dé-
* 415. montré au ſujet du Mouvement des Pendules *, & par des Expériences, faites ſur des Pendules avec la dernière exactitude, tant à Paris qu'en Laponie, que les Corps, en tombant, parcourent, dans une Seconde, ſous le Pole, 15,6743. Pieds du Rhin; & ſous l'Equateur 15,5966. Pieds. Mais les Corps, qui ſe trouvent ſous l'Equateur, ſont pouſſez vers en haut par une vertu Centrifuge; & comme tous les Points de l'Equateur parcourent en 1″ 1487,44. Pieds, ce qu'on peut inférer du Tems de la Revolution de la Terre, qui eſt connu, & du Diamètre de l'Equateur, connu auſſi, & que nous déterminerons dans le Chap. XVII; & que d'ailleurs le Sinus verſe de cet Arc de l'Equateur, parcouru en 1″, eſt de 0,0542 de Pied, ce Sinus marque l'Eſpace que les Corps devroient parcourir, en montant, par leur Force Centrifuge, en 1″, s'ils n'étoient pas retenus par la Gravité. Cependant l'Action de la Force Centrifuge diminue celle de la Gravité, par laquelle, ſi la première n'avoit point lieu, les Corps, ſituez ſous l'Equateur, devroient parcourir dans 1″ 15,6508. Pieds. Donc par la Gravité moyenne entre celle-ci & celle qui a lieu ſous le Pole, les Corps parcourent en une Seconde 15,6625. Pieds du Rhin; & cette Gravité eſt la Force même, qui retient la Lune dans ſon Orbite.

4081. Dans l'examen de la Loi, qui a lieu par rapport à la Diminution de la Gravité, nous n'avons conſidéré que les Centres des

des Corps, quoique la Gravité agiſſe ſur toutes les Particules; à cauſe qu'on peut démontrer mathématiquement, comme nous le ferons dans le Scholie ſuivant, que *l'Action d'un Corps ſphérique, dont toutes les Parties, également éloignées du Centre, ſont homogènes, & qui eſt compoſé de Particules, vers leſquelles il y a une Gravitation qui décroit, en s'éloignant de chacune d'elles, en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance*; que cette Action, dis-je, *eſt dirigée vers le Centre du Corps, & diminuë, en s'éloignant de ce Centre, dans cette même raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance:* de ſorte que ce Corps agit, comme ſi toute la Matière, dont il eſt compoſé, étoit réunie dans le Centre. D'où nous tirons les Concluſions ſuivantes. 4082.

A la Superficie des Corps, dans leſquels une Matière homogène eſt placée à d'égales Diſtances du Centre, les Gravitez ſont en raiſon directe des Quantitez de Matière dans les Corps *, *& en raiſon inverſe des Quarrez des Diamètres* *: car dans de pareils Corps les Diſtances du Centre ſont comme les Diamètres. 4083. * 4048. * 4049.

A la Superficie des Corps ſphériques, homogènes & égaux, les Gravitez ſont comme les Denſitez des Corps; car les Diſtances du Centre ſont égales, & en ce cas les Forces de la Gravité ſont comme les Quantitez de Matière *; leſquelles, dans des Corps égaux, ſont comme les Denſitez *. 4084. * 4048. * 1463.

A la Superficie des Corps ſphériques, inégaux, homogènes, & de même Denſité, les Gravitez ſont en raiſon inverſe des Quarrez des Diamètres *: les Diſtances du Centre ayant entr'elles cette même raiſon; les Gravitez ſont auſſi directement comme les Cubes *des Diamètres* *; car c'eſt en cette même raiſon que ſont les Quantitez de Matière dans les Sphères *: & la raiſon compoſée de la raiſon directe des Cubes des Diamètres & de la raiſon inverſe de leurs Quarrez, eſt la raiſon directe même des Diamètres. 4085. * 4049. * 4048. *18. El. XII.

Donc, *ſi les Denſitez & les Diamètres diffèrent, les Gravitez dans les Superficies ſeront en raiſon compoſée des Denſitez* *, *& des Diamètres* *. Ainſi, en diviſant la Gravité dans la Superficie, par le Diamètre, on a *la Denſité*; laquelle *ſuit* par conſequent *la raiſon directe de la Gravité dans la Superficie, & la raiſon inverſe du Diamètre.* 4086. * 4084. * 4085. 4087.

Un

4088. *Un Corps, placé dans une Sphère homogène, creuſe, & partout de même Epaiſſeur, n'a*, en quelque endroit qu'on le place, *aucune Gravité*, les Gravitez oppoſées s'entre-détruiſant, comme nous le démontrerons dans le Scholie ſuivant. D'où
4089. il ſuit, que *dans une Sphère homogène*, un Corps en s'approchant du Centre, gravite vers ce Centre par la ſeule Action d'une Sphère, dont le Demi-Diamètre déſigne *la* Diſtance où le Corps ſe trouve du Centre: *Gravité*, qui *décroit en approchant du Centre en même raiſon que la Diſtance du Centre* *;
* 4085. car toute la Matière, qui ſe trouve à une plus grande Diſtance du Centre, forme une Sphère creuſe, dans laquelle les Ac-
* 4088. tions ſur le Corps ſe détruiſent mutuellement *.

4090. Nous avons dit que la Gravité, dont il eſt queſtion ici, devoit être tenuë pour une Loi de la Nature, parceque nous en ignorons la Cauſe, & qu'elle ne dépend d'aucune autre Loi, qui nous ſoit connuë; ce qui paroitra clairement par les conſiderations ſuivantes.

4091. *La Gravité requiert la préſence d'un Corps attirant*; c'eſt ainſi, par Ex. que les Satellites de Jupiter gravitent vers Jupi-
* 4055. ter, en quelque endroit que cette Planète ſe trouve *.

4092. Que *la Diſtance reſtant la même, la Viteſſe, avec laquelle un Corps eſt tranſporté par la Gravité, dépend de la Quan-*
4093. *tité de Matière dans le Corps qui attire:* Et que *la Viteſſe ne change point, quelle que ſoit la Maſſe du Corps qui gra-*
* 4067. *vite* *.

4094. Outre cela, que *ſi la Gravité dépendoit de quelque Loi de Mouvement connuë, elle devroit être rapportée à l'impulſion de quelque Corps extérieur*, & même *à une Impulſion*, qui, parceque la Gravité eſt *continuë*, devroit être continuë auſſi.

4095. S'il y avoit quelque Matière, qui donnât continuellement contre les Corps, il faudroit néceſſairement qu'elle fut fluide, & d'une ſubtilité à pénétrer juſqu'aux Parties les plus intimes de tous les Corps: la Gravité n'agiſſant pas moins ſur ces Parties que ſur toutes les autres.

4096. Cela étant, nous laiſſons à tout Mathématicien à juger, ſi un Fluide, aſſez ſubtil pour paſſer librement par les Pores de tous les Corps, & aſſez rare pour n'apporter aucun obſtacle ſenſible au Mouvement des Corps (le Mouvement d'un Pendule continuant très long-tems dans un Lieu Vuide d'Air,) pour-

pourroit pouſſer les uns vers les autres de ſi grands Corps avec tant de Force.

Qu'il explique, comment cette Action croit en même raiſon que la Maſſe du Corps, vers lequel un autre Corps tend *. 4097. * 4092.

Enfin, ce qui me paroit bien plus difficile encore, qu'il diſe, comment tous les Corps, dans quelque ſituation qu'ils ſoient, peuvent être tranſportez avec la même Viteſſe, quand la Diſtance du Corps, vers lequel la Gravité les fait aller, reſte la même *, & que ce Corps reſte le même auſſi, c'eſt-à-dire, comment un Fluide, qui n'agit que ſur les Superficies, ſoit des Corps mêmes, ſoit des Parties internes auxquelles le Fluide en queſtion peut parvenir, communique à ces Corps un Mouvement, qui ſuive exactement la Proportion de la Quantité de Matière qu'ils contiennent; ce que nous avons prouvé dans ce Chapitre avoir lieu par tout, après avoir démontré la choſe par une Expérience directe rélativement au voiſinage de la Terre *. 4098. * 4093. * 2240. 2252.

Nous ne nions pas cependant que *la Gravité ne* puiſſe dépendre de quelque Impulſion, mais nous ſoutenons qu'elle ne *dépend d'aucune Impulſion, agiſſant ſuivant les Loix qui nous ſont connuës*, & nous avouons que la Cauſe de la Gravité nous eſt entièrement inconnuë. 4099.

SCHOLIE.

De la Gravitation ſur une Sphère, ſoit ſolide ſoit creuſe.

SUppoſons la Particule de Matière A attirée par la Sphère creuſe HPN, homogène, partout de même Epaiſſeur, dont le Centre ſoit C; nous ſuppoſons auſſi, que chacune des Particules de Matière, dont la Sphère eſt compoſée, attire la Particule A ſuivant les Loix de la Gravité, que nous avons indiquées *. Cela étant, nous allons démontrer, que l'Attraction eſt la même, quelle que ſoit la Grandeur de la Sphère, pourvû que cette Sphère contienne la même Quantité de Matière, & aît le même Centre. 4100. TAB. CXXVI. Fig. 1. * 4047. 4048. 4049.

Soit ce Centre C, comme nous l'avons dit; HN le Diamètre de la Sphère; ayant mené à diſcrétion les Lignes AP, A*p*, qui forment un Angle infiniment petit, concevons que ces Lignes par une revolution autour 4101.

de l'Axe AC décrivent des Superficies de Cone, & déterminent par ce Mouvement dans la Superficie de la Sphère un Anneau, dont le Demi-Diamètre eſt BG, & la Largeur B*b*; nous ſuppoſons de plus, que l'Epaiſſeur eſt en raiſon inverſe de la Superficie de la Sphère, c'eſt-à-dire, en raiſon inverſe du Quarré du Rayon BC; à cauſe que nous avons déja ſuppoſé que, ſoit que la Sphère ſoit plus ou moins grande, la même Quantité de Matiére reſte; de ſorte que l'Epaiſſeur augmente préciſement en même raiſon que la Superficie de la Sphère diminuë.

4102. La Quantité de Matière dans l'Anneau en queſtion eſt donc comme $\frac{B b \times BG}{BC^2}$. La Force, avec laquelle l'Anneau attire à lui la Particule A eſt

* 4048. en cette même raiſon *, & en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance

* 4049. BA *; ainſi $\frac{B b \times BG}{BC^2 \times BA^2}$ exprimeroit la Force de l'Anneau, ſi cette Force n'étoit pas oblique; mais à cauſe de l'Obliquité elle eſt plus petite en

* 311. raiſon de AB à AG *, ou de AC à AD, en menant CD perpendiculaire à AP.

4103. Car les Triangles rectangles ACD, ABG, qui ont un Angle commun

*4.EL.VI. en A, ſont ſemblables *.

4104. Par conſequent nous pouvons exprimer ainſi la Force de l'Anneau $\frac{B b \times BG \times AD}{AB^2 \times BC^2 \times AC}$.

4105. Concevons la Sphère, le Centre & la Quantité de Matière reſtant les mêmes, diminuée en ſorte, que le Diamètre ſoit IM. Si l'on mène à préſent les Lignes AQ, A*q*, qui forment enſemble un très petit Angle, & que par une revolution autour de l'Axe AC on leur faſſe décrire, comme il a été dit de AP, A*p*, un Anneau, dont le Rayon ſoit FL, la Largeur F*f*, & l'Epaiſſeur en raiſon inverſe du Quarré du Demi-Diamètre FC. Toute la Force, avec laquelle cet Anneau attire la Particule A, ſera, ſi

* 4104. l'on mène CE perpendiculaire à AQ, exprimée par $\frac{F f \times FL \times AE}{AF^2 \times CF^2 \times AC}$ *.

4106. Ainſi, pourvû que les Arcs BP, FQ, comme auſſi *bp*, *fq*, ſoient ſemblables, l'égalité de la Force des Anneaux en queſtion pourra être démontrée de la Manière ſuivante.

4107. A cauſe de l'Angle infiniment petit PA*p*, la Ligne CD, qui eſt perpendiculaire à BP, peut auſſi être conſidérée comme perpendiculaire à *bp*: de même CE ou C*e* peut être conſidérée comme perpendiculaire à *fq*; &, comme dans ces différens Cercles les Cordes appartiennent à des Arcs

* 4106. ſemblables *, les perpendiculaires, menées ſur elles du Centre, ſont proportionelles;

c'eſt-

c'eſt-à-dire, $CD, Cd :: CE, Ce.$
Divid. & Altern. $CD, CE :: Dd, Ee.$ 4108.
Outre cela $CD, AC :: BG, AB$ *. * 4103.
& $AC, CE :: AF, FL.$

Ainſi par Addition de Raiſons.

CD, CE, ou CB, CF * $:: BG \times AF, AB \times FL.$ 4109. * 4106.

Donc $CB \times AB \times FL = CF \times BG \times AF$; ce qui donne

$$\frac{BG}{AB \times CB} = \frac{FL}{AF \times CF}; \text{ \& } \frac{BG^2}{AB^2 \times CB^2} = \frac{FL^2}{AF^2 \times CF^2}.$$ 4110.

En décrivant de A comme Centre les très petits Arcs bm, fn, on aura les quatre-Triangles DCB, ECF, mBb & nFf. Ces Triangles ſont tous rectangles, & les plus grands ſont ſemblables à cauſe des Cordes correſpondantes BP, FQ; par la même raiſon les Angles mBb & nFf ſont égaux, & les petits Triangles ſemblables: chaque petit Triangle eſt auſſi ſemblable à ſon grand Triangle correſpondant; car l'Angle CBb étant droit, les Angles CBD, bBm valent enſemble un Angle droit; or comme la Somme des Angles CBD, BCD eſt auſſi égale à un Angle droit *, il ſuit que les Angles bBm & BCD ſont égaux. 4111. *32. El. I.

Cela étant, la raiſon de Bb à Ff, qui eſt la même que celle de bm à fn, eſt compoſée des raiſons ſuivantes, 4112.

$bm, Dd :: AB, AD;$
$Dd, Ee :: CD, CE :: BG \times AF, AB, \times FL$ *; * 4109.
$Ee, fn :: AE, AF.$

Donc $bm, fn :: Bb, Ff :: AB \times BG \times AF \times AE, AD \times AB \times FL \times AF :: BG \times AE, AD \times FL;$
& $Bb \times AD \times FL = Ff \times BG \times AE.$

En multipliant cette Equation par la précedente *, chaque Membre de l'une par le Membre correſpondant de l'autre, & en diviſant enſuite les deux Membres de cette nouvelle Equation par $BG \times FL \times AC$, nous aurons cela même qu'il s'agit de démontrer, ſçavoir $\frac{Bb \times BG \times AD}{AB^2 \times BC^2 \times AC} = \frac{Ff \times FL \times AE}{AF^2 \times CF^2 \times AC}$. 4113. * 4110.

On peut prouver par une Démonſtration toute pareille, que les deux Anneaux oppoſez, dont les Largeurs ſont Pp, Qq, attirent de même également la Particule A; ce qu'on auroit pû encore démontrer d'une autre Manière: les Anneaux, comme Bb, Pp, formez dans la même Sphère par la même revolution, agiſſant également ſur la Particule A. 4114.

Pluſieurs Lignes comme AP étant menées, ou plûtot leur Nombre étant multiplié à l'infini, toute la Sphère HPN, pourra par la revolution de ces Lignes être partagée en Anneaux. Si nous concevons à préſent la ſeconde Sphère partagée dans le même nombre d'Anneaux que l'autre, par la revolution d'une infinité de Lignes comme AQ, dont chacune emporte un Arc ſemblable à celui, que la Ligne correſpondante emporte dans la 4115.

grande Sphère, l'Action de chaque Anneau dans la petite Sphère ſera égale à celle de l'Anneau correſpondant dans la grande.

4116. D'où il ſuit, que l'Action totale de la petite Sphère s'accorde parfaitement avec l'Action totale de la grande Sphère ; or comme cette Action

4117. eſt la même, quelle que ſoit la petiteſſe de la Sphère, pourvû que *la* Quantité de *Matière*, dont la Sphère eſt compoſée, n'éprouve aucune diminution, il ſuit que cette Matière *agit comme ſi elle étoit toute réunie dans le Centre.*

La même choſe aura lieu, *ſi la Sphère eſt ſolide, & de même Denſité par tout à d'égales Diſtances du Centre.* Car rien n'empêche qu'on ne conſidère une pareille Sphère comme un aſſemblage de Sphères creuſes, concentriques, & pareilles à celles dont nous venons de parler.

4118. Après avoir démontré la Propoſition de l'Art. 4082. nous paſſons à la
TAB. CXXVI. Fig. 4. Démonſtration de l'Art. 4088. Nous ſuppoſons la Particule A placée en quelque endroit que ce ſoit d'une Sphère creuſe, qui ſoit de Matière homogène par tout de même Epaiſſeur. Concevons deux Pyramides oppoſées au Sommet B A*b*, A F*f*. Les Triangles A B*b*, A F*f* ſont ſemblables *, & A B ou A*b* eſt à A*f* ou A F, (car nous ſuppoſons l'Angle

*35. EL. III. formé par les Lignes B F, *bf* infiniment petit) comme B*b* à F*f*. De ce

6. EL. VI. que les Triangles en queſtion ſont ſemblables il ſuit auſſi, que les Pyramides ſont également inclinées à leurs Baſes, & par cela même que ces Baſes ſont ſemblables, & l'une à l'égard de l'autre en raiſon doublée des Lignes B*b*, F*f* *, ou A B, A F; mais ces Baſes ſont auſſi comme les Quantitez de

*20. EL. VI. Matière qu'elles contiennent; ainſi la Particule A eſt attirée vers des Cotez oppoſez par des Actions, qui ſont directement en raiſon doublée des Lignes A B, A F *, & dans cette même raiſon inverſe *; de ſorte que les

* 4048. * 4049. Forces oppoſées ſont égales & s'entre-détruiſent; or comme toute la Superficie de la Sphère peut être partagée en Baſes de Pyramides oppoſées, qui auront toutes le Sommet commun A, il eſt évident, que les Actions oppoſées de toute la Sphère ſe détruiſent mutuellement, & qu'une Particule de Matière peut, dans une pareille Sphère, reſter par tout en repos.

CHA-

CHAPITRE XII.

De la Matière Céleſte & du Vuide.

APrès avoir parlé des Loix, par leſquelles tout le Syſtème Planétaire eſt gouverné, il reſte, avant que de paſſer à l'explication phyſique de ce Syſtème, encore quelques Queſtions à agiter. Nous commencerons par examiner la Matière céleſte, c'eſt-à-dire, le Milieu, dans lequel ſe meuvent les Corps qui compoſent nôtre Syſtème ; & cette diſcuſſion ne nous arrêteroit guères, ſi tous les Philoſophos étoient d'accord, qu'il y a du *Vuide* dans la Nature. 4119.

Nous avons prouvé ci-deſſus la poſſibilité du Vuide * ; il s'agit à preſent de démontrer qu'il y en a réellement. *22.

L'Exiſtence du Vuide peut ſe déduire de la ſeule conſidération du Mouvement. Pour ſentir la force de cet Argument commun, il faut conſidérer, que ſi quelques Mouvemens pouvoient avoir lieu dans le Plein, la plûpart de ceux, qui s'offrent journellement à nos Yeux, ſeroient néanmoins impoſſibles s'il n'y avoit point de Vuide. On pourroit démontrer la Vérité de cette Propoſition en entrant dans un certain détail ; mais je crois que la ſeule conſidération ſuivante ſuffira pour cela. 4120.

La Figure des Particules, qui ſont les plus petites de toutes, ne change point ; car toute Particule, dont la Figure change, eſt compoſée de Particules plus petites, qui ſe meuvent entr'elles ; par conſequent, ſi une Particule change, c'eſt une marque qu'elle n'eſt pas la plus petite de toutes. 4121.

Que ſi la Figure de ces Particules n'éprouve aucun changement, & qu'un Corps puiſſe ſe mouvoir entr'elles, ſans cauſer une ſéparation de Parties, qui laiſſe quelque Interſtice Vuide, cela même, comme aucun Mathématicien ne ſçauroit en diſconvenir, dépendra de la Figure des Particules & de la Relation qu'elles ont entr'elles : cela étant, ſi, en gardant cette Fi- 4122.

gure & cette Relation, l'on ſuppoſe les Particules aggrandies, il faut que dans ce cas auſſi des Corps puiſſent ſe mouvoir entr'eux ſans laiſſer de Vuide.

4123. Qu'on juge à preſent s'il eſt poſſible qu'en aggrandiſſant les plus petites Particules, au point que chacune d'elles devienne égale à un Pied cubique, quelle que ſoit leur Figure & leur Relation avec les autres Particules (Relation & Figure, que nous ſuppoſons augmentées en même raiſon, que les premières Particules) qu'on juge, dis-je, s'il eſt poſſible que des Corps, de grandeur quelconque, puiſſent ſe mouvoir entre ces Particules, en décrivant des Lignes droites ou toutes ſortes de Courbes, ſans laiſſer jamais entre les Particules, ſéparées les unes des autres par ce Mouvement, le moindre petit Eſpace Vuide.

Nôtre Imagination ne ſcauroit nous repréſenter des Particules d'une prodigieuſe petiteſſe; c'eſt ce qui fait que nous leur attribuons ſouvent des qualitez, qui ne reſultent nullement de leur Figure: Erreurs, qu'on corrige en concevant les Particules aggrandies.

4124. *La Reſiſtance fournit* auſſi *un Argument en faveur du Vuide.*

4125. Nous avons dit que l'Inertie étoit une des proprietez de la * 19. Matière *; quelques Philoſophes diſputent ſur le mot, mais tous ſont d'accord ſur la choſe. Il ſuit de cette Inertie, qu'un Corps ne ſçauroit ſe mouvoir dans un Fluide, ſans éprouver * 1885. de la Reſiſtance *, & par cela même de la Retardation *. La * 1953. Reſiſtance cauſée par l'Inertie de la Matière, qui eſt la ſeule que nous conſiderons ici, dépend de la Quantité de Matière qui doit changer de place, & qui, ſoit que les Parties du Fluide ſoient plus ou moins grandes, eſt la même, pourvû que la Viteſſe du Corps reſte la même auſſi: d'où il ſuit, qu'en déterminant ce qui regarde la Reſiſtance, il ne faut point faire attention à la ſubtilité du Fluide, auſſi long-tems que ce dernier ne ſçauroit traverſer les Pores des Corps; car ſi le Fluide étoit aſſez ſubtil pour traverſer en partie le Corps, il réſiſteroit au Corps en moindre quantité.

4126. Concevons préſentement un Globe quelconque, qui traverſe un Milieu qui aît une Denſité égale à la ſienne, & qui ne ſçauroit paſſer par ſes Pores. La Viteſſe de ce Globe eſt re-

tar-

tardée à chaque inſtant, & ſe trouve enfin réduite à la moitié de ce qu'elle étoit au commencement; ce qui arrive avant qu'il aît parcouru une fois & demie la longueur de ſon Diamètre *. * 1974.

Pour pouvoir appliquer cette Propoſition au Mouvement qui ſe feroit dans un Fluide très ſubtil, traverſant librement les Pores de tous les Corps, & rempliſſant tout, il faut concevoir un Corps ſphérique, ſans Pores: idée, qui ne renferme aucune impoſſibilité, puiſqu'elle ſuppoſe ſeulement que des Particules de Matière ſont intimément jointes enſemble. 4127.

La Reſiſtance, qu'éprouve un pareil Corps dans un Fluide quelconque, ne dépend pas de la Grandeur des Parties du Fluide, & eſt la même, ſoit que les Parties de ce Fluide ſoient égales ou non *. * 4125.

Si tout eſt plein de Matière, le Corps en queſtion ne pourra ſe mouvoir que dans un Fluide de même Denſité que lui; car il rencontre toute la Matière, qui ſe trouve dans les Lieux qu'il traverſe, & qui eſt ſans Interſtices Vuides comme lui; ainſi il perdra la moitié de ſa Viteſſe, avant que d'avoir parcouru une fois & demie la longueur de ſon Diamètre.

Suppoſons le Corps aggrandi, mais toujours homogène & ayant la même Quantité de Matière; c'eſt-à-dire, que ce Corps aît des Pores, à travers leſquels des Parties de Matière très ſubtiles traverſent librement, & que ces Pores ſoient répandus également par tout le Corps. Si le Corps, ainſi changé, ſe meut, le Fluide très ſubtil ne rencontre pas toute la Superficie, mais ſeulement ces Parties de la Superficie, qui ſont entre des Pores. Puiſque nous ſuppoſons le Corps homogène, ces Parties priſes enſemble valent la Superficie du Corps dans ſa première conſtitution, c'eſt-à-dire, lorſqu'il étoit ſans Pores; car le Corps, en devenant plus grand, n'a pas acquis pour cela plus de Superficie, tout le changement qu'il a éprouvé, conſiſtant en ce que ſa Superficie a été dilatée par les Pores qu'il a acquis. Donc le Corps, dans l'un & l'autre cas, ſoufre la même Reſiſtance de la part de la Matière que ſa Superficie rencontre; & la Reſiſtance dans le Corps dilaté eſt plus grande à cauſe que le Fluide donne contre les Particules internes de ce Corps: par conſequent le Corps perdra plûtot la moitié de ſa Viteſſe dans le ſecond cas que dans le premier; c'eſt-à-dire, avant que d'avoir parcouru une fois & demie la lon- 4128.

longeur de ſon premier Diamètre; & par conſequent, il perdra une partie plus grande encore de ſa Viteſſe, en parcourant une fois & demie la longueur de ſon ſecond Diamètre.

4129. Or l'Expérience démontre le contraire; car un Globe homogène, d'Or, de Plomb, &c. eſt beaucoup moins retardé dans l'Eau & dans l'Air qu'il ne devroit être ſuivant ce raiſonnement; d'où il ſuit que l'Hypothèſe de ceux qui pretendent que tout eſt rempli de Matière, eſt fauſſe. Donc il y a du Vuide.

4130. *Les Phénomènes, par leſquels il paroit que la Gravité eſt proportionelle à la Quantité de Matière, s'accordent* auſſi *avec l'aſſertion qu'il y a du Vuide.* Car ſi tout étoit plein de Matière, la Gravité agiroit également de tous cotez, c'eſt-à-dire, que les Effets de la Gravité ne ſeroient plus ſenſibles, des Forces égales, dirigées vers des cotez oppoſez, s'entre-détruiſant mutuellement. Cette conſideration confirme qu'il y a du Vuide, mais ſeule ne le prouve pas.

Paſſons à préſent à l'examen de la Matière céleſte.

Les Mouvemens des Aſtres ne dépendent point de celui d'une Matière céleſte *, ſuppoſé qu'il y en aît une; ce qui prou-

* 4099. 4131. ve que *le Sentiment de ceux, qui prétendent que les Corps céleſtes ſont tranſportez d'un Mouvement commun avec une Matière, qui remplit le Syſtème Planétaire, eſt inſoutenable.*

4132. Ce même Sentiment eſt refuté par le Mouvement des Comètes: s'il y avoit dans nôtre Syſtème quelque Milieu, qui dans ſon Mouvement emportât avec lui les Planètes, il faudroit qu'il entrainât auſſi les Comètes, ou du moins qu'il dérangeât ſenſiblement leur Mouvement, dans le tems qu'elles s'avancent preſque directement vers le Soleil, ou qu'elles s'éloignent de cet Aſtre, ou qu'elles vont d'Orient en Occident, c'eſt-à-dire, d'un Mouvement contraire à celui de la Matière en queſtion; or comme ces Mouvemens ne ſont point troublez, mais toujours conformes aux Loix de la Gravité, il eſt clair, que la Matière céleſte, s'il y en a & qu'elle ſe meuve, ne déploye aucune Action ſenſible ſur les Corps de nôtre Syſtème Planétaire; ce qu'on peut déduire auſſi de ſon peu de Reſiſtance;

4133. car *en comparant enſemble les Obſervations des plus anciens Aſtronomes & celles des Aſtronomes modernes, il paroit que les*

les Planètes n'ont pas été ſenſiblement retardées dans leurs Mouvemens. Il faut donc, comme la Reſiſtance dans l'Air eſt ſenſible, que la Denſité du Milieu, dans lequel les Planètes ſe meuvent, ſoit infiniment moindre que celle de l'Air; ainſi *le Syſtème Planétaire ne peut être rempli que d'un Milieu extrèmement ſubtil.* 4134.

Au reſte, une des conſequences de la diviſibilité de la Matière eſt, qu'une Quantité de Matière, quelque petite qu'elle ſoit, peut-être répanduë dans tout le Syſtème Planétaire, en laiſſant des Interſtices Vuides auſſi petits qu'on voudra *. * 37.

CHAPITRE XIII.

Du Mouvement de la Terre.

OUtre la Queſtion agitée dans le Chapitre précedent, il y en a encore une autre à examiner, avant que de paſſer à l'explication de tout le Syſtème. Pour qu'il ne reſte aucun doute au ſujet de ce qui a été avancé dans le premier Chapitre de ce Livre, nous commencerons par prouver le Mouvement de la Terre, que bien des Gens ont du naturellement revoquer en doute; car, d'un coté, nous ne pouvons déterminer les Mouvemens céleſtes que par des Obſervations faites par des Spectateurs placez ſur la Terre; & de l'autre, les Phénomènes ſont les mêmes, ſoit que les Corps céleſtes ſoient tranſportez, ou bien le Spectateur *; de ſorte, qu'on ne ſçauroit démontrer par des Obſervations immédiates, que le Mouvement de la Terre ne doive point être attribué aux Corps céleſtes. 4135. * 3776.

Le Mouvement de la Terre autour du Soleil, peut ſe déduire de l'Analogie des Mouvemens, & eſt démontré par l'examen des Loix de la Nature. 4136.

Pour ce qui concerne l'Analogie des Mouvemens, il faut remarquer, qu'autour de Jupiter & de Saturne tournent des Satel- 4137.

tellites plus petits que leur Planète; que la Lune, plus petite que nôtre Globe, tourne autour de lui; Enfin que Mercure, Venus, Mars, Jupiter & Saturne, plus petits chacun que le Soleil, font leurs Revolutions autour de cet Aſtre: ſi nôtre Terre tourne pareillement autour du Soleil, il ſe trouvera que

4138. *par tout dans nôtre Syſtème les plus petits Corps font leurs Revolutions autour de plus grands:* au lieu qu'*il y aura une exception à cette Règle relativement au Soleil, ſi cet Aſtre* immenſe *tourne autour de la Terre, dont la Maſſe eſt beaucoup moindre que la ſienne* *.

* 3748.

4139. *Les Corps, qui ſe meuvent autour d'un Corps central*, comme par Ex. ceux qui font leurs Revolutions autour du Soleil, de Jupiter & de Saturne, *ſe meuvent plus lentement quand ils ſont plus éloignez de ce Corps*, & cela ſuivant cette Règle, que les Quarrez des Tems périodiques ſont proportionels aux Cubes des Diſtances *, d'où l'on peut inférer, que les Viteſſes des Planètes ſuivent la raiſon ſous-doublée inverſe des Diſtances. Cette Règle eſt applicable à nôtre Globe, en cas qu'il tourne autour du Soleil avec les autres Planètes, comme il paroit, ſi l'on compare ſon Tems périodique (c'eſt-à-dire, le Tems, dans lequel le Soleil paroit faire ſa Revolution entière,) comme auſſi ſa Diſtance du Soleil, avec les Diſtances & les Tems périodiques des autres Planètes. Or *la Règle en queſtion auroit une ſeule exception ſi la Terre étoit en repos, & que le Soleil tournât autour d'elle.*

* 3747.

4140. En ce cas Mercure, Venus, Mars, Jupiter & Saturne, ſont ſoumis à cette Règle, auſſi bien que les cinq Satellites de Saturne & les quatre Satellites de Jupiter; la Lune ſeule & le Soleil obſerveroient dans leurs Mouvemens autour de la Terre, une proportion toute différente, & la Viteſſe du Soleil ſeroit non ſeulement plus grande que la Règle ne l'exige, mais ſurpaſſeroit au moins vingt & ſix fois la Viteſſe de la Lune, quoique le Soleil ſoit à une Diſtance prodigieuſe de la Terre, en comparaiſon de la Diſtance où la Lune en eſt: de ſorte qu'à cet égard encore l'Analogie des Mouvemens céleſtes ſe trouve entièrement dérangée.

4141. A ces Argumens nous en ajouterons quelques autres, qui feront voir, que le Mouvement de la Terre eſt une conſéquence néceſſaire des Loix de la Nature, déduites des Phénomènes.

Tous

Tous les Corps gravitent mutuellement les uns vers les autres *; & par cela même *le Soleil* & la Terre; mais le Mouvement, par lequel ces deux Corps ſont tranſportez mutuellement l'un vers l'autre, eſt connu par des Obſervations directes. Quel de ces Corps que ſe ſoit, qui ſe meuve autour de l'autre, il décrit des Aires proportionelles aux Tems, comme cela eſt démontré par des Obſervations Aſtronomiques; ainſi le Corps mû eſt retenu dans une Courbe, par une Force, dont la direction tend vers le Centre de l'autre Corps *: Or comme toute Action ſuppoſe une Réaction qui lui ſoit égale *, ces deux Corps, *à moins que les Loix de la Nature, qui ont conſtamment lieu par tout, ne ſoient entièrement renverſées*, s'approchent l'un de l'autre avec des Viteſſes, qui ſont en raiſon inverſe de leurs Maſſes *. * 4047. 4142. * 586. * 361. 365. * 4092.

La Quantité de Matière dans nôtre Terre n'eſt preſque rien en comparaiſon de la Quantité de Matière dans le Soleil, comme nous le verrons dans le Chapitre ſuivant: par conſequent le Soleil *ſe meut très lentement, pendant que la Terre s'approche de lui avec une grande Viteſſe.*

D'où il ſuit, que la Terre tourne autour du Soleil, dans lequel la violence de ſon Mouvement la précipiteroit ſans cela *. 4143. * 561.

Ce Mouvement de la Terre peut ſe déduire des mêmes principes d'une autre manière. 4144.

Deux Corps, qui ſont portez l'un vers l'autre par une Force quelconque, ſe joindront enfin, ou s'éloigneront de plus en plus l'un de l'autre, à moins que chacun d'eux ne ſoit mû de façon, qu'il aît une Force centrifuge égale à celle, avec laquelle il eſt porté vers l'autre; mais comme des Corps, qui gravitent mutuellement l'un vers l'autre, tendent également à s'approcher l'un de l'autre *, ces Corps, comme par Ex. *le Soleil & la Terre, ne pourront continuer dans leur Mouvement mutuel l'un autour de l'autre*, à moins que leurs Forces centrifuges ne ſoient égales; ce qui ne ſçauroit avoir lieu, à moins qu'ils ne tournent, en Tems égaux, autour de leur Centre commun de Gravité; c'eſt-à-dire, *à moins que ces deux Corps ne tournent autour d'un Point, dont la Diſtance au Centre du Soleil ſoit à ſa Diſtance au Centre de la Terre, comme la Quantité de Matière dans la Terre à la Quantité de Matière* * 361. 4145.

* 611. 613. *re dans le Soleil* *: Point, qui par cela même doit se trouver à une petite Distance du Centre du Soleil. Mais comme, quel que ce soit de ces deux Corps qui se meuve, il continuë à se mouvoir autour de l'autre, nous en inférons, que la Règle, que nous venons d'énoncer, a lieu à l'égard de tous deux, & que le Soleil n'éprouve qu'un petit Mouvement, pendant que la Terre décrit une Orbite très considérable. Ainsi le Mouvement de la Terre ne sçauroit être nié, si l'on a égard aux Loix du Mouvement déduites des Phénomènes.

4146. Après avoir établi le Mouvement annuel de la Terre, & avoir prouvé qu'elle doit être mise au nombre des Planètes, il ne reste plus qu'une petite difficulté, relative à son Mouvement sur son Axe. Ce dernier Mouvement lui est attribué par plusieurs de ceux-là mêmes, qui nient son Mouvement annuel; ainsi il suffira de remarquer en passant, que toutes les Planètes, au sujet desquelles il y a eu moyen de faire des Obser-

4147. vations à cet égard tournent sur leurs Axes; & que *l'uniformité du Mouvement diurne des Corps célestes, à des Distances quelconques de la Terre, donne assez clairement à connoître que la Terre tourne* pareillement *sur son Axe*. A quoi il faut ajouter, que la Viteſſe, avec laquelle les Etoiles fixes feroient une Revolution entière en moins de vingt-quatre Heures, est une chose presque inconcevable.

Outre cela, ce Mouvement de tous les Corps célestes ne

4148. s'accorde nullement avec les Loix de la Nature; car *si ces Corps tournent autour de la Terre*, ils décrivent, d'un Mouvement uniforme, des Cercles, dont la Terre occupe le Centre; c'est-à-dire, qu'ils parcourent des Aires proportionelles aux Tems, & sont retenus dans leurs Orbites par des Forces

* 586. dirigées vers le Centre de la Terre *; lesquelles, comme tou-

* 361. te Action emporte une Réaction qui lui est égale *, font que *la Terre est* aussi continuellement attirée vers ces Corps, & *transportée par cela même d'un Mouvement très violent*; ce qui prouve que le Mouvement diurne ne doit point être rapporté aux Corps célestes, mais à la Terre tournant sur son Axe.

4149. Les Partisans du Systême, qui suppose la Terre en repos, objectent, que les Corps, placez sur la Superficie de la Terre,

re, devroient, par un effet de la Force centrifuge, s'éloigner de la Terre, en décrivant une tangente à quelque Cercle parallèle à l'Equateur *. Nous répondons, que les Corps ſont tranſportez par un même Mouvement avec la Partie de la Superficie de la Terre où ils ſe trouvent placez; & qu'ainſi, relativement aux Points de la Superficie auxquels ils répondent, ils tachent de s'écarter par des Lignes perpendiculaires à l'Axe *; que, d'un autre coté, la Gravité fait tendre les Corps vers le Centre de la Terre *; & par conſequent, que de ces deux efforts de Mouvement, il en reſulte un troiſième, par lequel le Corps, ou ſe meut, ou tache du moins de ſe mouvoir *; mais comme le premier de ces efforts eſt très petit en comparaiſon du ſecond, le Corps n'eſt que très peu détourné de la Direction vers le Centre, & la Gravité tant ſoit peu diminuée: diminution, qui doit augmenter à proportion que le Lieu, où le Corps ſe trouve, eſt plus éloigné du Pole, ce qui s'accorde auſſi avec l'Expérience. Nous verrons dans la ſuite, quand nous traiterons de la Figure de la Terre, que la Direction des Corps peſans eſt partout perpendiculaire à la Superficie de la Terre, qui n'eſt pas exactement ſphérique.

* 561.
* 579.
* 4082.
* 318. 360.

Un Corps, qui eſt jetté en haut, n'a pas ſeulement le Mouvement, qui lui a été communiqué par le Jêt, mais auſſi le Mouvement imprimé à celui, qui l'a jetté, ou à la Machine qui a ſervi à faire le Jêt, c'eſt-à-dire, qu'il eſt tranſporté d'un Mouvement commun avec le Point de la Superficie de la Terre auquel il répond: ainſi il eſt mû dans la même Ligne, relativement à la Superficie de la Terre en mouvement, dans laquelle il ſeroit tranſporté ſi la Terre étoit en repos. 4150.

CHAPITRE XIV.

De la Denſité des Planètes.

4151. IL ne nous reſte plus, avant que de paſſer à l'Explication Phyſique de nôtre Syſtème Planétaire, qu'à déterminer les Quantitez de Matière dans quelques Corps, & leurs Denſitez; après quoi les Effets des Loix, auxquelles ces Corps ſont ſoumis, ſeront plus faciles à connoître.

4152. Les Quantitez de Matière, en différens Corps, ſont entr'elles, comme les Gravitez à la même Diſtance de ces Corps *: Gravitez, qui ſont entr'elles en raiſon inverſe des Quarrez des Tems périodiques que d'autres Corps employent à faire leurs Revolutions autour des premiers, à cette même Diſtance *. En multipliant les Quantitez, qui ſont en cette raiſon, par une même Quantité, ſçavoir, le Cube de cette Diſtance, la raiſon, que ces Quantitez ont entr'elles ne change point; ainſi elles ſont comme les Quotiens des Diviſions du Cube de la Diſtance, par les Quarrez des Tems périodiques dont il s'agit; mais dans le Syſtème Planétaire on trouve un pareil Quotient, pour un Corps quelconque, en diviſant le Cube d'une autre Diſtance quelconque, par le Quarré du Tems périodique du Corps qui fait ſa revolution à cette Diſtance: de pareils Quotiens ſont égaux entr'eux, pour tous les Corps, qui font leurs revolutions autour d'un même Corps, à des Diſtances quelconques; comme on peut l'inférer de l'égalité de raiſon qu'il y a entre les Cubes des Diſtances, & les Quarrez des Tems périodiques employez à faire une Revolution à ces mêmes Diſtances *. D'où il ſuit, que *les Quantitez de Matière, dans des Corps quelconques de nôtre Syſtème Planétaire, ſont entr'elles en raiſon directe des Cubes des Diſtances auxquelles d'autres Corps font leurs revolutions autour des premiers, & en raiſon inverſe des Quarrez des Tems que ces Corps employent à faire leurs Revolutions.*

* 4048.
* 616.
* 3747.
4153.

Dans

Dans cette Démonſtration on fait abſtraction du Mouvement du Corps central, dont on veut déterminer la Quantité de Matière. 4154.

La grandeur du Soleil, en comparaiſon de celle de Venus *, par Ex., qui eſt la ſeule des Planètes que nous conſidérons ici, en faiſant abſtraction des autres, fait que cet Aſtre ne change preſque point de place *, & que la Planète en queſtion peut être conſidérée comme faiſant ſes Revolutions autour d'un Corps en repos. * 3748. * 4092.

Les Satellites de Jupiter & de Saturne ſont emportez, à la vérité, d'un Mouvement commun avec leurs Planètes, mais cependant, à cauſe de la grandeur de ces Planètes, ils ne laiſſent pas de tourner autour d'elles, comme ſi elles étoient en repos.

Pour ce qui eſt de la Lune, elle agit aſſez ſenſiblement ſur la Terre, & lui imprime quelque Mouvement; c'eſt pourquoi avant que de pouvoir, à l'aide de la Règle de l'Art. 4153, faire ſervir le calcul du Mouvement de la Lune à comparer la Quantité de Matière dans nôtre Globe, avec les Quantitez de Matière dans le Soleil, dans Jupiter & dans Saturne, il faut déterminer *la Diſtance, à laquelle la Lune pourroit faire ſa Revolution autour de la Terre* en repos, c'eſt-à-dire, *ſi elle n'étoit point tranſportée par l'Action de la Lune, dans le même Tems périodique, qu'elle employe à faire ſa Revolution réellement.* Nous ne faiſons pas attention non plus ici au Mouvement commun à la Terre & à la Lune, par lequel elles ſont tranſportées enſemble autour du Soleil. 4155. 4156.

La Lune continuë à ſe mouvoir autour de la Terre; il faut donc que l'une & l'autre tournent autour d'un Centre commun de Gravité, comme on peut l'inférer de ce qui a été démontré au ſujet de la Terre & du Soleil *: ainſi la Lune, par la Force avec laquelle elle tend vers la Terre, fait ſes Revolutions dans une Orbite, dont le Demi-Diamètre *eſt* la Diſtance de la Lune, au Centre commun de Gravité de la Lune & de la Terre. Si la Terre étoit en repos, & que la Lune reſtât à la même Diſtance d'elle, l'Orbite de la Lune en deviendroit plus grande, & ſon Tems périodique plus grand auſſi; mais en ſuppoſant la Lune aſſez près pour que ſon Centre ſoit du Centre de la Terre à la Diſtance *de ſoixante Demi-Diamètres*, 4157. * 4145.

tres, le Tems périodique ſeroit le même que celui de la Revolution autour du Centre commun de Gravité, comme nous le démontrerons dans le Scholie ſuivant.

4158. La Diſtance de Venus au Centre du Soleil eſt 723, & ſon
* 3728. Tems périodique 19414160″ *.

4159. Le quatrième Satellite de Jupiter eſt éloigné du Centre de cette Planète de 12 parties & 4775., telles qu'il y en a 723 de Venus juſqu'au Soleil: le Tems périodique de ce Satellite eſt
* 3744. 1441929″ *.

4160. Le quatrième Satellite de Saturne eſt éloigné du Centre de cette Planète de 8 & 5107 des mêmes Parties; & ſon Tems
* 3745. périodique eſt 1377674″ *.

4161. Enfin la Diſtance de la Lune au Centre de nôtre Terre, laquelle eſt de 60 Demi-Diamètres de la Terre, eſt, meſurée en Parties, telles que celles dont nous venons de parler, 3,054; ſon Tems périodique moyen 2360580″ *.
* 3743.

4162. En diviſant tous les Cubes de ces Diſtances, reſpectivement par les Quarrez de leurs Tems périodiques, on aura pour Quotiens des Nombres, qui ſont entr'eux, comme les Quantitez de Matière dans les Corps autour deſquels ſe font les Revolu-
* 4153. tions *: Quotiens, qui ſont entr'eux en même raiſon que les Nombres ſuivans, à l'exception de la Terre, au ſujet de laquelle il y a eu une correction à faire; à cauſe que comme
* 4077. nous l'avons dit *, l'Action du Soleil diminue la Gravitation de la Lune vers la Terre de $\frac{1}{180,66}$ ainſi la Quantité de Matière, trouvée par le Calcul, a dû être augmentée, ſuivant la raiſon de 17966 à 18066., ce que nous avons fait.

4163. *Quantitez de Matière*

dans le Soleil;	*Jupiter*;	*Saturne*;	*la Terre*;	*la Lune*;
10000.	9,305.	3,250.	0,0513.	0,0013.

4164. On connoit auſſi par des Obſervations Aſtronomiques la raiſon, qu'il y a entre les Diamètres de ces Corps, & des mêmes Parties dont le Diamètre du Soleil en contient 10000, le Diamètre de Jupiter en contient 997. celui de Saturne 791. & celui de la Terre 109.

4165. Si l'on diviſe les Quantitez de Matière, qui viennent d'être indiquées, par les Quarrez des Diamètres, les Quotiens feront en-

entr'eux, comme les Peſanteurs dans les Superficies des Corps* ; or ces Quotiens ſont comme les Nombres ſuivans. * 4083.

Peſanteurs dans les Superficies 4166.

du Soleil;	*de Jupiter*;	*de Saturne*;	*de la Terre*;	*de la Lune.*
10000.	936.	519.	431.	146.

En diviſant ces Nombres par les Diamètres, nous aurons la proportion des Denſitez de ces mêmes Corps*. 4167. * 4087.

Les Quotiens, trouvez par ces Diviſions, ont entr'eux la même raiſon que les Nombres ſuivans.

Denſitez 4168.

du Soleil;	*de Jupiter*;	*de Saturne*;	*de la Terre*;	*de la Lune.*
10000.	9385.	6567.	39539.	48911.

Quoique nous déterminions dans le dernier Chapitre ce qui a rapport à la Lune, nous avons crû néanmoins devoir en dire quelque choſe ici, pour que nos Lecteurs puſſent plus facilement comparer cette Planète avec les autres Corps céleſtes, dont nous venons de parler. 4169.

Il n'eſt nullement probable que ces Corps ſoient homogènes; ainſi leurs Denſitez ne ſçauroient être exactement déterminées, & *l'on détermine* ſeulement *les Denſitez* moyennes, c'eſt-à-dire, celles *que les Corps auroient, ſi, la Quantité de Matière & la Grandeur reſtant les mêmes, les Corps étoient homogènes.* 4170. 4171.

La Proportion indiquée * *entre les Denſitez de tous les Corps, & les Calculs relatifs au Soleil, à Jupiter & à Saturne, ne contiennent aucune erreur ſenſible ; mais pour ce qui regarde la Terre, il pourroit y avoir quelque erreur*, qu'il faudra corriger par le moyen des Obſervations, qui détermineront plus exactement la Diſtance de la Terre au Soleil. 4172. * 4168.

Car nous ſuppoſons, que la Diſtance de la Lune, fixée à 60 Demi-Diamètres de la Terre, eſt de 3,054. parties, telles qu'il y en a 723 de Venus au Soleil *, c'eſt-à-dire, telles qu'il y en a 1000 de la Terre au Soleil *. Cette Diſtance de la Lune ſe trouve, en ſuppoſant la Parallaxe horizontale du Soleil de 10″, 30‴, qu'on ne ſçauroit tenir pour exactement vraye, quoiqu'elle ſoit faite avec une extrême préciſion au ſujet de la 4173. * 4161. * 3728. 3729.

Parallaxe de Mars, Planète voiſine de la Terre ; mais cette Parallaxe eſt trop petite, pour qu'il n'y ait pas lieu de craindre quelque erreur dans les Obſervations *.

* 3925.

4174. Cependant quand même il y auroit de l'erreur dans la manière de déterminer la raiſon entre le Demi-Diamètre de la Terre & la Diſtance de la Terre au Soleil, la Denſité, que nous avons attribuée à la Terre, n'en ſeroit point changée pour cela, comme on peut l'inférer des Calculs mêmes faits à cet égard *.

* 4162. 4165. 4167.

4175. Il ſuit de ces Calculs, que les Denſitez des Corps, ſont entr'elles, en raiſon compoſée de la raiſon directe des Cubes des Diſtances des Corps qui font leurs Revolutions, & de la raiſon inverſe des Quarrez des Tems périodiques de ces mêmes Corps *, comme auſſi de la raiſon inverſe des Cubes des Diamètres des Corps, autour deſquels les Revolutions ſont faites, & dont on cherche les Denſitez * : la raiſon compoſée de ces raiſons, eſt compoſée de la raiſon inverſe du Quarré du Tems, qu'un Corps employe à faire ſa Revolution, & de la raiſon directe de la Fraction, dont le numerateur eſt le Cube de la Diſtance du Corps qui fait ſa Revolution, & le dénominateur le Cube du Diamètre du Corps, autour duquel la Revolution ſe fait.

* 4162. * 4165. 4167.

4176. Cette Fraction eſt donnée, dès qu'on connoit la raiſon entre le Diamètre du Corps, qui occupe le Centre, & la Diſtance où eſt de ce Centre le Corps qui fait ſes Revolutions, quoique cette Diſtance ne puiſſe point être comparée avec d'autres ; or cette raiſon relativement à la Terre & à la Lune, auſſi bien qu'à l'égard des autres Corps, eſt donnée ; ainſi la raiſon de la Denſité de la Terre aux Denſitez des autres Corps peut exactement être déterminée.

SCHO-

SCHOLIE.

De la Distance de la Lune, en supposant la Terre immobile.

SUppoſant tout ce qui a été dit dans l'Art. 4157, ſoit l la Diſtance, où la Lune eſt du Centre commun de Gravité de la Lune & de la Terre; t la Diſtance de la Terre au même Centre. Donc $l+t$ eſt la Diſtance de la Lune à la Terre, & vaut 60,5. Demi-Diamètres de la Terre; car il s'agit ici de la Diſtance moyenne. 4177.

La queſtion eſt de déterminer, en cas que la Terre fut en repos, c'eſt-à-dire, fut retenuë où elle eſt, à quelle Diſtance la Lune devroit être éloignée, pour achever autour de la Terre, ſuppoſée en repos, ſa Revolution, dans un Tems égal à celui qu'elle employe à preſent à faire ſa Revolution, conjointement avec la Terre, autour de leur Centre commun de Gravité *. * 4156.

Soit la Diſtance cherchée x; & nous aurons cette Proportion, 4178.

$$l, x :: x^2, \overline{l+t}^2.$$

Car les Forces, qui attirent la Lune, quand les Diſtances de la Terre $l+t$ & x, ſont entr'elles comme x^2 a $\overline{l+t}^2$ *; & ces mêmes Forces ſont comme les Diſtances, auxquelles les Corps, que ces Forces retiennent, feroient leurs Revolutions en Tems égaux *. Or ces Diſtances ſont comme l & x. * 4049. * 607.

Donc $x^3 = \overline{l+t}^2 \times l$; & $x^3 \times \overline{l+t} = \overline{l+t}^3 \times l$.

Ainſi $l+t, l :: \overline{l+t}^3, x^3$;

Et $\sqrt[3]{l+t}, \sqrt[3]{l} :: l+t, x$.

Mais $l+t$ eſt à l, comme la Quantité de Matière dans la Lune & dans la Terre enſemble à la Quantité de Matière dans la Terre ſeule: Quantitez, qui, comme nous le verrons dans la ſuite, ſont entr'elles en même raiſon que 40,31. & 39,31. Or les Racines cubiques de ces nombres ſont comme $60,5 = l+t$ à $60 = x$, comme nous l'avons dit dans l'Art. 4157.

CHAPITRE XV.

Explication Physique de tout le Système Planétaire.

4179. NOus avons exposé dans la première Partie de ce Livre les Mouvemens des Corps dans nôtre Systême Planétaire ; il s'agit à present d'expliquer comment ces Mouvemens
*355.357. 361. 4047. 4048. 4049. sont des suites des Loix de la Nature * ; c'est-à-dire, comment ces Corps, étant une fois mûs, persevèrent dans les Mouvemens que nous observons.

4180. Considérons d'abord le Soleil & Mercure : Si ces Corps étoient abandonnez à eux mêmes, ils iroient l'un vers l'au-
* 4047. tre * : Mais s'ils avoient un Mouvement de projection, ils pourroient, en Tems égaux, tourner autour de leur Centre commun de Gravité, décrire des Lignes Elliptiques immobi-
* 4145. 626. 4049. les, & perséverer dans ce Mouvement * ; car nous prouverons dans le Scholie suivant, par une Démonstration Mathématique, qu'en ce cas, les Corps décrivent autour de leur Centre commun de Gravité des Ellipses semblables à celle, qu'un d'eux pourroit décrire, avec les mêmes Forces, autour de l'autre, qui seroit en repos, & que ces Mouvemens s'achèvent en Tems égaux: ce Centre de Gravité est très peu éloigné du Soleil, à cause de l'extrême Grandeur de cet
* 3748. Astre *.

4181. Concevons ensuite que Venus recoive un Mouvement de projection, à une plus grande Distance du Soleil ; cette Planète troublera tant soit peu le Mouvement de Mercure, qui, par son Action sur Venus, la détournera aussi tant soit peu de sa route ; & tous les deux attireront le Soleil, tantôt vers le même coté, & tantôt vers des cotez différens ; mais jamais
* 3727. 3728. ils ne s'approchent assez l'un de l'autre *, pour que leur Action mutuelle soit sensible, en comparaison de l'Action par laquelle le Soleil attire ces Corps à lui ; de là vient que toutes ces irrégularitez sont imperceptibles, comme nous le prouverons dans

dans la ſuite. D'où nous concluons, que les trois Corps en queſtion tendent vers un Point voiſin du Soleil & ſitué entre ces Corps: Point, qui par cela même ne ſçauroit guères être éloigné du Centre de Gravité de tous les trois.

Le même raiſonnement aura lieu, en ſuppoſant la Projection de la Terre, de Mars, & des autres Planètes, à différentes Diſtances du Soleil. D'où nous inférons, que *toutes les Planètes font des Revolutions autour du Centre commun de Gravité de tous les Corps, qui compoſent nôtre Syſtème*; que ce Centre eſt peu éloigné du Soleil, & que le Mouvement d'une Planète quelconque n'eſt pas dérangé ſenſiblement par *les* autres *Planètes*, qui *décrivent toutes des Lignes, qu'elles décriroient autour du Soleil, ſi chacune formoit ſeule avec le Soleil nôtre Syſtème Planétaire*, c'eſt-à-dire, des Ellipſes immobiles: car il eſt démontré, que la Force de la Gravité fait décrire de pareilles Lignes *, & qu'il eſt impoſſible qu'une Force centrale, qui agit également à d'égales Diſtances, puiſſe faire décrire d'autres Lignes excentriques immobiles, peu différentes du Cercle *. 4182. 4183. 4184. * 4049. 626. * 637.

Pour qu'il paroiſſe plus clairement encore, que toutes les Planètes tendent vers un Point peu éloigné du Soleil, il faut conſidérer que la Quantité de Matière dans le Soleil ſurpaſſe mille fois, & davantage, la Quantité de Matière dans Jupiter, plus grand de beaucoup qu'aucune des autres Planètes *. 4185. * 4163.

Pendant que toutes *les Planètes* font leurs Revolutions, elles *impriment au Soleil un Mouvement*, quoique très petit; & l'attirent différemment ſuivant la manière dont elles ſont ſituées les unes à l'égard des autres, ce qui produit dans le Soleil un petit Mouvement, qui dépend toujours du Mouvement déja acquis, & du changement que ce dernier éprouve par l'Action réunie des Planètes, laquelle varie à chaque inſtant. 4186.

Un effet de ce Mouvement du Soleil eſt, que les Planètes troublent moins les Mouvemens Elliptiques les unes des autres autour du Soleil, que ſi le Soleil étoit en repos au Milieu du Syſtème. Jupiter, par Ex. quand il eſt également éloigné de Mercure & du Soleil, attire à lui ces deux Corps avec la même Viteſſe *; ce qui fait que la Situation de Mercure à l'égard du Soleil eſt moins dérangée, que ſi le Soleil n'éprouvoit pas le Mouvement dont il s'agit, & que Mercure 4187. * 4092.

ſeul tendit vers Jupiter: ſuivant la différente Diſtance, où Mercure & le Soleil ſont de Jupiter, l'un d'eux eſt plus attiré par cette Planète que l'autre, & le changement, qu'éprouve leur Situation reſpective, eſt toujours plus petit, lorſqu'ils vont tous deux vers le même coté, que ſi, le Soleil reſtant en repos, Mercure tendoit ſeul vers Jupiter.

4188. Ce même raiſonnement eſt applicable à toutes les Actions que des Planètes, plus éloignées du Soleil, déployent ſur d'autres Planètes moins éloignées. Pour ce qui regarde les Actions de celles-ci ſur les premières, ſuivant leur différente Situation, elles attirent une Planète vers le Soleil, ou elles l'en éloignent, & en conſidérant la Revolution reſpective entière, c'eſt-à-dire, le Mouvement depuis une Conjonction juſqu'à la Conjonction ſuivante, le Dérangement ſera moindre, que ſi le Soleil reſtoit immobile.

4189. *La Grandeur du Soleil, en comparaiſon de celle des autres Corps de nôtre Syſtème, eſt cauſe*, comme il paroit par ce qui a été démontré, *que les Planètes troublent fort peu les Mouvemens les unes des autres*; cependant comme la Grandeur du Soleil n'eſt pas infinie, les Actions mutuelles des Planètes doivent entrer quelquefois en ligne de compte; ainſi il ne ſera point inutile de faire quelques calculs à cet égard.

Nous avons dit, qu'il paroiſſoit par des Obſervations Aſtronomiques, que Saturne ſe détourne un peu de ſon chemin, * 4062. quand il eſt auſſi près de Jupiter, qu'il eſt poſſible *; que ſi l'on demande pourquoi ce dérangement eſt plus ſenſible qu'aucun autre du même genre, c'eſt de la Loi même de la Gravité qu'il faut en déduire l'explication.

4190. L'Action de Jupiter ſur Saturne, quand il en eſt à la plus petite Diſtance, & celle que le Soleil déploye ſur la même Planète, & par laquelle il la retient dans ſon Orbite, ſont entr'elles en raiſon directe des Quantitez de Matière dans Jupi- * 4048. ter & dans le Soleil *, ſçavoir comme 9,305. à 10000. *, & en * 4163. raiſon inverſe des Quarrez des Diſtances de Jupiter & du So- * 4049. leil à Saturne *, c'eſt-à-dire, en raiſon directe des Quarrez des Nombres 954. 434; car les Diſtances de Saturne & de Ju- * 3731. 3732. piter au Soleil, ſont comme 954 à 520. *; par conſéquent, 4191. *lorſque Jupiter eſt auſſi près de Saturne qu'il ſe peut*, les Diſtances, où ce dernier ſe trouve de Jupiter & du Soleil, ont en-

entr'elles la raiſon que nous venons de marquer. La raiſon, compoſée des deux raiſons indiquées, eſt celle de 45 à 10000, ou de 1 à 222; or *l'Action de Jupiter concourt*, en ce cas, *avec la Gravitation de Saturne vers le Soleil, & augmente* par cela même *cette Gravitation de* $\frac{1}{222}$: ainſi il n'y a pas lieu d'être ſurpris que le Dérangement ſoit ſenſible.

Nous ne conſidérons point ici la Force, avec laquelle Jupiter attire le Soleil, parce qu'elle n'apporte aucun changement à l'Orbite de Saturne; & il étoit queſtion d'expliquer d'où pouvoit venir le changement que les Aſtronomes avoient obſervé dans le Mouvement de Saturne; cependant le Soleil, par l'Action que Jupiter déploye ſur lui, eſt attiré davantage vers Saturne, & la Situation reſpective de ces Corps eſt plus dérangée, qu'on ne le trouve par les Obſervations Aſtronomiques. La Force avec laquelle Jupiter, dans la Situation que nous venons d'indiquer attire le Soleil, & avec laquelle, par cela même, cet Aſtre eſt attiré vers Saturne, eſt à la Force avec laquelle Jupiter attire Saturne, comme le Quarré du Nombre 434, au Quarré de 520 *, c'eſt-à-dire, comme 31 à 45, ce dernier Nombre exprimant la Force, avec laquelle Saturne tend vers Jupiter, quand la Gravitation de Saturne vers le Soleil eſt exprimée par 10000 *. Si l'on raſſemble en une ſomme les Forces, avec leſquelles Jupiter attire Saturne & le Soleil; la Force, avec laquelle l'Interpoſition de Jupiter fait tendre ces deux Corps l'un vers l'autre, ſera à la Gravitation de Saturne vers le Soleil, comme 76 à 10000; mais cette Gravitation eſt à celle du Soleil vers Saturne, comme 10000 à 3,25 *; ainſi *la Quantité dont le Soleil & Saturne s'approchent l'un de l'autre, eſt à l'Augmentation, que cette Quantité éprouve par l'Interpoſition de Jupiter*, comme 10003 à 76, ou, *comme* 131 *à* 1. Ce Dérangement eſt conſidérable, & de beaucoup le plus grand qui puiſſe arriver au Mouvement d'une Planète quelconque du premier Ordre: mais il n'a lieu que dans un ſeul cas; car, quand Jupiter s'éloigne de Saturne, le Mouvement de ce dernier ne paroit plus dérangé peu de Tems après.

4192. * 4049. * 4191. * 4048. 4163. 4193.

Dans cette même Situation de Jupiter, auſſi peu éloigné de Saturne qu'il eſt poſſible, la Force de ce dernier, quoique la plus

4194.

plus grande de toutes en ce cas, ne change pas auſſi ſenſiblement la route de Jupiter autour du Soleil. L'Action, par laquelle Saturne attire Jupiter, eſt à celle qu'il déploye pour
* 4049. attirer le Soleil, comme le Quarré de 954 au Quarré de 434 *; ainſi il attire Jupiter avec plus de Viteſſe, & comme Jupiter & le Soleil ſont attirez vers le même coté, la différence de ces Forces eſt celle, avec laquelle le Soleil & Jupiter ſont mu-
* 918. tuellement ſéparez l'un de l'autre par l'Action de Saturne *: Action, qui eſt par cela même à la Gravitation du Soleil vers Saturne, comme la différence des Quarrez en queſtion eſt au dernier de ces Quarrez, c'eſt-à-dire, à peu près comme 72 à 19. Or cette Gravitation du Soleil vers Saturne eſt à la Gra-
* 4048. vitation de Jupiter vers le Soleil, comme 3,25 à 10000 *, &
4163. * 4049. comme le Quarré de 520 au Quarré de 954 *, c'eſt-à-dire, comme 19 à 196569; ainſi la Force avec laquelle Saturne détourne Jupiter de ſa route autour du Soleil, eſt à la Gravitation de Jupiter vers le Soleil, comme 72 à 196569, ou com-
4195. me 1 à 2730; de ſorte que *par la plus grande Action de Saturne, la Gravitation de Jupiter vers le Soleil ne ſe trouve diminuée que de* $\frac{1}{2730}$: dérangement trop petit pour pouvoir être apperçu.

4196. Les dérangemens, que les autres Planètes ſe cauſent mutuellement, ſont beaucoup moins conſidérables; pour s'en convaincre, il ſuffira de déterminer, par un Calcul pareil à celui que nous venons de faire, le dérangement que Jupiter cauſe dans le Mouvement de Mars: ce dérangement étant le plus grand de tous après celui dont nous venons de faire le Calcul.

4197. Les Diſtances, où Jupiter eſt de Mars & du Soleil, quand Mars ſe trouve dans une même Ligne entre le Soleil & Jupi-
* 3730. 3731. ter, ſont comme 3677 à 5201 *; ainſi les Forces, avec leſquelles Jupiter attire à lui ces Corps, ſont en raiſon inverſe
* 4049. des Quarrez de ces Nombres *, c'eſt-à-dire, à peu près comme 2 à 1. La différence de ces Forces eſt égale à la dernière, c'eſt-à-dire, à la Gravitation du Soleil vers Jupiter. Cette Gravitation eſt à celle de Mars vers le Soleil, comme 9,305 à
* 4048. 10000 *, & en raiſon inverſe des Quarrez des Diſtances de ces
4163. * 4049. Planètes au Soleil *. Or la raiſon, compoſée de ces raiſons

eſt

eſt celle de 1 à 12516, dans laquelle par conſequent eſt la Force, avec laquelle Jupiter détourne Mars de ſa route, à la Gravité de Mars vers le Soleil. Ainſi *la Gravité de Mars vers le Soleil n'eſt diminuée que de* $\frac{1}{12516}$. *par l'Action de Jupiter même, quand ce dernier ſe trouve à la plus petite Diſtance poſſible de Mars.* 4198.

Quelque petits que ſoient les Dérangemens, cauſez par *l'Action mutuelle des Planètes*, & quoique la Situation différente des Planètes forme à cet égard une eſpèce de compenſation, cette Action *eſt cauſe* néanmoins *que* la Force, qui retient les Planètes dans *leurs Orbites*, ne diminue pas exactement en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance; de là vient, que, quoique ces Orbites puiſſent être conſidérées comme immobiles, elles *changent tant ſoit peu de Situation après un grand nombre de Revolutions* *. 4199. * 639. 3696.

Il ſuit de tout ce que nous venons de dire, que les Planètes, après avoir reçu au commencement un Mouvement de Projection, aux Diſtances auxquelles elles ſe meuvent du Soleil, perſévèrent dans leurs Mouvemens, ſuivant les Loix que nous avons indiquées; & que l'Excentricité des Orbites dépend de la Viteſſe, & de la Direction de la Projection primitive. Au reſte ces Mouvemens peuvent ſe conſerver très longtems, à cauſe du peu de Reſiſtance que leur oppoſe la Matière céleſte *. 4200. * 4134.

On voit auſſi la raiſon pourquoi les Planètes décrivent autour du Soleil des Aires proportionelles aux Tems; cette raiſon eſt, que toutes les autres Gravitez, qui ont lieu dans le Syſtème, ſont très petites en comparaiſon de la Gravité vers le Soleil *; ainſi c'eſt par cette dernière ſeule que les Planètes ſont retenues dans leurs Orbites; & de là ſuit cette Proportion des Aires *. 4201. * 4184. * 585.

Le Mouvement dans des Lignes Elliptiques, qui changent très lentement de place, reſulte auſſi de la Loi de la Gravité; car ces Lignes ſeroient immobiles, ſi les Planètes ne gravitoient que vers le Soleil *; & c'eſt de l'Action mutuelle des Planètes que ſe déduit le Mouvement, quoique très lent, des Orbites des Planètes *. 4202. * 626. 4049. * 4199.

Pour ce qui regarde la Proportion, qu'il y a entre les Cubes 4203.

bes des Diſtances & les Quarrez des Tems périodiques, elle
* 621. découle auſſi de la Loi de la Gravité *; de ſorte qu'en ajou-
4049. tant, à ce qu'on vient de lire, ce que nous avons dit du Dé-
* 4062. rangement qui arrive au Mouvement de Saturne *, il ne reſte
4191. plus rien à expliquer au ſujet du Mouvement des Planètes du premier Ordre.

On peut inférer auſſi d'un grand nombre d'Obſervations
4204. Aſtronomiques, que *le Mouvement des Comètes dépend de la Loi de la Gravité*; & à leur égard, comme nous l'avons dit au ſujet des Planètes, c'eſt la Gravité du Soleil qui prévaut,
* 3754. & qui les détourne de la Ligne droite *. La même Gravité
586. ſert auſſi à rendre raiſon de la Courbure du Chemin que ſuivent les Comètes, c'eſt-à-dire, pourquoi les Comètes, dont les Trajectoires ont été déterminées, ont décrit un Ellipſe,
*626. 628. une Parabole ou une Hyperbole *.

4205. *Les Satellites de Jupiter & de Saturne ſe meuvent autour de leurs Planètes ſuivant les mêmes Loix, que ces Planètes obſervent, dans leurs Mouvemens autour du Soleil**; ainſi
* 3712. 3739. 3747. ce qui a été dit de ces Mouvemens * eſt auſſi applicable à
* 4200. ceux des Satellites; car dans les trois cas, tant à l'égard du Soleil, que de Jupiter & de Saturne, ce ſont des Corps plus petits, qui font, à différentes Diſtances, leurs Revolutions autour d'un Corps beaucoup plus grand.

4206. Il eſt évident que *les Satellites, pendant qu'ils tournent autour de la Planète à laquelle ils appartiennent, peuvent être tranſportez d'un Mouvement commun avec cette Planète*; ce qui ne dérange point les Mouvemens réſpectifs qu'ils ont entr'eux, un Corps pouvant, en fait de Mouvement, obéir
* 359. en même Tems à différentes Impreſſions *; le Mouvement commun à la Planète & à ſes Satellites, eſt le Mouvement même de la Planète autour du Soleil.

4207. Cependant *le Mouvement des Satellites eſt dérangé par l'Action du Soleil*, vers lequel, ſuivant leur différente Situation, ils ſont portez, tantôt plus vite que leur Planète, & tantôt plus lentement; la plûpart du Tems auſſi par des Directions différentes, qui viennent ſe réunir dans le Centre du Soleil. Ces irrégularitez ſont trop petites pour pouvoir être obſervées dans les Mouvemens des Satellites de Saturne & de Jupiter, quoiqu'elles ſoient réellement ſemblables à celles qu'on re-

remarque dans le Mouvement de la Lune; la moindre Déviation de celle-ci nous eſt très ſenſible; & l'on verra dans le Chapitre ſuivant, que les Irrégularitez du Mouvement de la Lune ne peuvent être expliquées, que par la Théorie de la Gravité.

SCHOLIE.

Des Corps qui tournent autour d'un Centre commun de Gravité.

SOient deux Corps de Grandeur quelconque, s'attirant l'un l'autre, en raiſon de la Quantité de Matière que chacun d'eux contient *; ſoient ces Corps placez en *a* & en *b*; que *b* ſoit retenu, & *a* jetté par *ad*; l'Attraction, que *b* déploye ſur *a*, lui fait décrire une Courbe, dont une Portion infiniment petite eſt repréſentée par *ac*. Pendant que par ſon Mouvement de Projection le Corps parcourt *ad*, le Mouvement, produit par ſa Gravité vers *b*, lui fait parcourir *de*, parallèle à *ab*. 4208. TAB. CXXVI. Fig. 5. * 4048.

Suppoſons que ces Corps ſoient à la même Diſtance l'un de l'autre que dans le cas précedent, en A & en B; & par conſequent, que *ab* & AB ſoient égales.

Que le Centre commun de Gravité de ces Corps ſoit C; & que tous deux ſoient jettez de façon à décrire des Lignes parallèles AD, BF, avec des Viteſſes qui ſoient entr'elles comme les Diſtances du Centre de Gravité AC, BC, de ſorte que ces Corps tournent autour du même Centre.

Suppoſons de plus que les Angles DAC, CBF ſoient égaux à l'Angle *dab*; & que la Viteſſe par *ad* aît la même raiſon aux Viteſſes par AD & BF que la Ligne *ab* a aux Lignes AC & BC, de ſorte que *ad*, AD, BF, ſoient parcouruës en Tems égaux, en ſuppoſant ces Lignes entr'elles comme *ab*, AC, CB. Par l'effet de la Gravité les deux Corps s'approchent durant ce même Tems de la quantité *de*: Eſpace que le Corps *a* parcourt ſeul lorſque *b* eſt retenu; mais quand ils ne ſont retenus ni l'un ni l'autre, ce même Eſpace eſt parcouru par les deux Corps, tellement que DE+GF=*de*, de même que AC+CB=*ab*. Outre cela DE eſt à FG, comme AC à CB *; donc *de*, DE, FG, ſont entr'elles comme *ab*, AC, CB; mais puiſque *de* eſt parallèle à *ab*, & que DE, & GF, ſont parallèles à AB, les Triangles *ade*, ADE, BFG, ſont ſemblables; de même que *aeb*, AEC, BGC, & les Changemens de Viteſſes ſont ſemblables auſſi. * 4078.

Ce que nous venons de dire a lieu dans les premiers Inſtans de leurs Mouvemens; il en eſt de même dans les Momens ſuivans, & les Trian- 4209.

gles, dont les Baſes ſont parcouruës dans le même Tems, ſont toujours ſemblables dans les trois Figures ; & ces Figures mêmes, n'étant compoſées que de Triangles reſpectivement ſemblables, ſont ſemblables auſſi, & ſont parcouruës en Tems égaux, comme nous l'avons dit dans l'Art. 4180.

CHAPITRE XVI.

Explication Phyſique du Mouvement de la Lune.

4210. IL eſt certain que la Lune & la Terre ayant reçu une fois un Mouvement de Projection peuvent continuer à ſe mou-
* 4180. voir autour de leur Centre commun de Gravité *, ſi par une Impreſſion commune quelconque elles tendent à parcourir des Lignes droites parallèles entr'elles, comme nous l'avons dit,
* 4206. en parlant des Satellites de Jupiter & de Saturne *. Ce Mouvement ne dérangera point celui autour du Centre commun de Gravité, qui ſuivra ſeul cette Direction, à cauſe qu'il eſt en repos relativement aux deux Corps. Ces Corps ſont tranſportez d'un Mouvement compoſé, d'un coté de l'Impreſſion dont nous venons de parler, & de l'autre, du Mouvement au-
* 360. tour du Centre commun de Gravité * ; c'eſt-à-dire, tournent autour de ce Centre tranſporté, comme ils faiſoient autour de ce même Centre, pendant qu'il étoit en repos. Si à chaque inſtant quelque Impreſſion nouvelle, commune aux deux Corps, agit ſur eux, le Chemin du Centre de Gravité pourra auſſi changer à chaque inſtant : Changement, qui ſera pareil à celui, que les Corps mêmes ſubiroient, s'ils n'avoient point de Mouvement reſpectif.

4211. Nous inférons de ce qui vient d'être dit, que ſi, pendant que la Lune & la Terre tournent autour de leur Centre commun de Gravité, ces deux Corps reçoivent un Mouvement de Projection, le Chemin, que l'Action du Soleil, déployée ſur l'un & l'autre Corps, fait décrire au Centre de Gravité, eſt celui, qu'un Corps, jetté de la même Manière, pourroit décrire autour du Soleil.

D'où

D'où il ſuit, que *la Lune dérange le Mouvement de la Terre*, & que *le Centre commun de Gravité de ces Corps décrit, autour du Soleil, une Orbite, que nous avons ſuppoſé juſqu'ici être décrite par la Terre même*; parceque nous n'avons pas fait attention juſqu'ici à l'Action de la Lune; Ainſi *la Terre décrit une Courbe irrégulière.* 4212. 4213.

Le Soleil étant en S, ſoit F le Centre commun de Gravité de la Lune Q & de la Terre M, pendant que la Lune eſt dans ſon plein: après une Lunaiſon entière, c'eſt-à-dire, quand la Lune ſe retrouve de nouveau dans ſon plein, ſoit le même Centre en A; ſoit FDA ce que nous appellons l'Orbite de la Terre, quoique ce ſoit réellement l'Orbite, que parcourt le Centre de Gravité en queſtion. 4214. TAB. CXXVI. Fig. 6.

Soit partagée la Lunaiſon, dont nous venons de parler, en quatre Parties égales; après la première le Centre de Gravité ſera en E, la Lune en P, la Terre en L; après la ſeconde, la Lune étant nouvelle, le Centre de Gravité ſera en D, la Lune en R, la Terre en I; dans la Quadrature ſuivante, le Centre de Gravité ſera en B, la Lune en O, la Terre en H; enfin, quand la Lune ſe retrouvera dans ſon plein, le Centre de Gravité étant ſuppoſé en A, la Lune ſera en N, & la Terre en G: Propoſitions, qui ſont toutes fondées ſur la Revolution de la Terre & de la Lune autour d'un Centre commun de Gravité, qui décrit une Orbite autour du Soleil.

Il paroit par là, que la Terre parcourt la Courbe MLIHG, qui éprouve deux Inflexions à chaque Lunaiſon, & qui ne rentre pas en elle même, les Inflexions, dans les différentes Revolutions autour du Soleil, ne coincidant pas, à cauſe que dans chaque Année il y a environ douze Lunaiſons & un tiers. 4215.

L'Irrégularité du Mouvement de la Terre, qui eſt une ſuite des Loix de la Nature, *eſt trop peu conſidérable, pour pouvoir être appercuë par des Obſervations Aſtronomiques*, ou de quelque autre manière; ainſi nous pouvons ſuppoſer ſans erreur ſenſible, que le Centre de la Terre parcourt l'Orbite FDA; car MF, ou DI, qui marque la plus grande Diſtance où la Terre peut ſe trouver de cette Orbite, n'eſt qu'environ la quarantième partie de la Diſtance MQ, qui elle même n'eſt pas la trois-centième partie de la Diſtance FS. 4216.

En expliquant ce qui a rapport au Mouvement de la Lune, 4217.

ne, nous négligeons auſſi *la conſidération du Mouvement de la Terre autour du Centre commun de Gravité, dont il a* déjà *été* plus d'une fois *fait mention, & nous ſuppoſons, que la Lune fait ſes Revolutions à la Diſtance de* 60 *Demi-Diam. du Centre de la Terre*; parcequc, comme nous l'avons vû *, elle pourroit faire, à cette Diſtance, dans ſon Tems périodique, ſa Revolution autour de la Terre en repos, ou tranſportée dans une Orbite, dans laquelle ſon Mouvement ne ſeroit point dérangé par l'Action de la Lune. Par cette Méthode on découvre bien plus facilement les Irrégularitez de la Lune, qui ſont les mêmes, comme on peut s'en convaincre aiſément, ſoit que la Lune tourne autour du Centre de Gravité, qui lui eſt commun avec la Terre, ou bien autour du Centre de la Terre même.

* 4157.

4218. Soit le Soleil S, la Terre en T; l'Orbite de la Lune ALB*l*; enfin ſoit la Lune en A dans une de ſes Quadratures; elle tend par AS vers le Soleil, de la même manière, & avec la même Viteſſe, que la Terre eſt portée vers S par TS, les Diſtances AS & TS étant égales. Si l'on employe la Ligne AS ou TS à déſigner cette Viteſſe, l'Effort avec lequel la Lune tache de deſcendre par AS, peut ſe reſoudre en deux, par le moyen du Parallèlogramme ADST; de ſorte, que la Lune tache de parcourir AD & AT, avec des Viteſſes, repréſentées par ces Lignes *.

TAB. CXXVII. Fig. 1.

* 360.

La Preſſion, qui agit par AD, porte la Lune vers le même coté & avec la même Viteſſe que la Terre, à cauſe que les Lignes TS & AD ſont parallèles & égales; ainſi ce Mouvement ne change rien à la Situation reſpective de la Lune & de la Terre; mais la Preſſion par AT conſpire avec la Gravité de la Lune vers la Terre, & par cela même *la Gravité de la Lune, relativement à la Terre, eſt augmentée par l'Action du Soleil, quand la Lune eſt dans ſes Quadratures, &, cette Augmentation eſt à la Gravité de la Terre vers le Soleil, comme* AT qui eſt *la Diſtance où la Lune eſt de la Terre, à* TS, qui eſt *la Diſtance de la Terre au Soleil*; au reſte, il eſt évident que les Preſſions ſuivant les Directions AT & TS, ſont repréſentées par ces Lignes, puiſque les Gravitez ſont des Preſſions, qui agiſſent ſur des Corps en Mouvement comme s'ils étoient en repos *, & qui produiſent à tous momens

4219.

* 371.

mens des Augmentations de Viteſſes en même raiſon que les Gravitez *: raiſon qui, par conſequent, a lieu auſſi par rapport aux Viteſſes produites dans le même Tems. * 4048. 133.

TS, qui marque *la Diſtance de la Terre au Soleil, reſtant la même, l'Augmentation de Gravité*, dont nous venons de parler, *croit & diminuë en même raiſon* que la Ligne AT, c'eſt-à-dire, *que la Diſtance de la Lune à la Terre.* 4220.

Que ſi AT, Diſtance de la Lune à la Terre, reſte la même, mais que TS ſoit augmentée, la raiſon de AT à TS en deviendra plus petite; ainſi, quand même la Force, qui fait que la Terre & la Lune tendent vers le Soleil, ne changeroit pas, l'Augmentation, dont nous parlons, ſeroit plus petite, & cela en même raiſon que TS devient plus grande, à cauſe que cette dernière Ligne, quoique aggrandie, ne laiſſeroit pas de repréſenter la même Quantité; par conſequent l'Augmentation ſera en raiſon inverſe de TS; or la Force de la Gravité diminuë, lorſque TS croit, ce qui emporte encore une autre Diminution de l'Augmentation en queſtion. Cette ſeconde Diminution ſuit la même raiſon que la Force de la Gravité, & eſt par cela même en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance TS *. En ajoutant enſemble les deux Diminutions, il ſe trouvera, que *l'Augmentation*, dont nous parlons, *ſuit la raiſon inverſe du Cube de la Diſtance de la Terre au Soleil.* 4221. * 4049. 4222.

La Diſtance de la Terre au Soleil reſtant la même, la Gravité de la Lune vers la Terre décroit dans les Quadratures, plus lentement, que ne l'exige la raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance au Centre de la Terre; car ſi l'Augmentation, en ce cas, ſuivoit cette même raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance, que ſuit la Gravité produite par l'Action de la Terre *, cette raiſon ne ſouffriroit aucun Dérangement: Or l'Augmentation croit, pendant que la Gravité même diminuë; c'eſt ce qui fait que l'Augmentation, quand la Diſtance croit, eſt toujours plus grande que ne l'exige la raiſon indiquée, & par conſequent la Diminution de la Gravité plus petite. 4223. * 4049.

On détermine cette Augmentation par Calcul *dans les Diſtances moyennes de la Lune à la Terre & de la Terre au Soleil:* ſoient ces Diſtances moyennes AT & TS; *l'Augmenta-* 4224.

tation cherchée eſt à la Gravité de la Terre vers le Soleil
* 4219. comme AT à TS *; cette même Gravité de la Terre vers le Soleil *eſt à la Gravitation de la Lune vers la Terre* (à cauſe que c'eſt par ces Gravitez que ces Corps ſont retenus dans leurs Orbites) en raiſon directe de TS à TA, & *en raiſon inverſe du Quarré du Tems périodique de la Terre autour du*
* 618. *Soleil, au Tems périodique de la Lune autour de la Terre* *:
4093. ainſi l'Augmentation cherchée eſt à la Gravité de la Lune vers la Terre, en raiſon compoſée de ces raiſons: *c'eſt-à-dire*, en raiſon inverſe des Quarrez des Tems périodiques de la Terre & de la Lune, les autres raiſons ſe détruiſant mutuellement. Ces Tems ſont donnez, & leurs Quarrez ſont *en raiſon* inverſe *de* 1 *à* 178,73.

4225. Soit préſentement la Lune en L: Situation dans laquelle le Soleil attire la Lune & la Terre par la même Ligne, mais inégalement; la Lune avec plus de Force, parcequ'il en eſt plus près: la différence de ces Forces eſt la Force avec laquelle la Lune eſt retirée de la Terre, & par laquelle la Gravité de la Lune vers la Terre eſt diminuée.

Les Forces, avec leſquelles la Lune en L, & la Terre en T, tendent vers le Soleil, ſont entr'elles comme les Quarrez des
* 4049. Lignes ST & SL *, & la différence de ces Forces, c'eſt-à-dire, la Force qui trouble la Gravité de la Lune vers la Terre, eſt à la Force, qui attire la Terre vers le Soleil, comme la différence des Quarrez que nous venons d'indiquer, au Quarré de la Ligne LS, c'eſt-à-dire, à peu près, comme deux fois LT à LS ou TS; car ces Lignes diffèrent très peu entr'elles; &
4226. *la différence des Quarrez, dont les Racines diffèrent peu entr'elles, eſt double de celle qu'il y a entre les Racines; ce qui eſt plus exact à meſure que la différence entre les Racines eſt plus petite.*

4227. Cela etant, ſi TS, comme nous l'avons déjà dit, repréſente la Force, avec laquelle la Terre tend vers le Soleil, L*l* déſignera la Force qui diminuë la Gravité de la Lune vers la Terre, pendant que cette même Force dans les Quadratures
* 4219. eſt repréſentée par AT *.

4228. Soit la Lune en *l*; elle ſera encore attirée par le Soleil dans la même direction que la Terre; mais comme la Terre eſt plus près du Soleil, elle s'en approche auſſi avec plus de Viteſſe:

de

de ſorte, qu'il y a une Force, qui ſépare la Terre de la Lune, & qui conſiſte dans la différence des Forces, par leſquelles la Lune & la Terre ſont attirées *; cette Force agit en ſens contraire avec la Gravité de la Lune vers la Terre, & diminuë cette Gravité; préciſément comme nous l'avons dit, en parlant de l'Augmentation de Gravité de la Lune vers le Soleil, lorſque la Lune étoit en L. En *l*, la Force qui tend à ſéparer la Lune de la Terre, ne diffère guères de celle qui tend à ſéparer ces deux Corps, lorſque la Lune, ſe trouve en L; car cette dernière Force, comme nous l'avons vû, eſt proportionelle à la différence des Quarrez des Lignes TS & LS, au lieu que la première eſt, comme on peut le prouver par une Démonſtration toute ſemblable, proportionelle à la différence des Quarrez des Lignes *l*S & TS: différences, qui ne peuvent être que peu conſidérables, eu égard à l'extrême petiteſſe de L*l* en comparaiſon de TS; ſi bien, que la Force, qui diminuë la Gravité de la Lune en *l*, eſt auſſi repréſentée par L*l*. * 4225.

Cependant *la Force, qui diminuë la Gravité, eſt tant ſoit peu plus grande dans la Conjonction* en L *que dans l'Oppoſition* en *l*; car, ſuppoſant que les différences entre les Racines ſont égales, les Quarrez, eu égard à la Proportion indiquée *, différeront davantage, à meſure qu'ils ſeront plus petits: & ainſi, en ſuivant cette Proportion, les Forces en L & en T différeront davantage qu'en T & en *l*, où elles ſont auſſi plus petites *. 4229. * 4226. * 4049.

Nous concluons de ce qui vient d'être dit, que *la Force, qui diminuë la Gravité de la Lune dans les Syzygies, eſt double de celle, qui l'augmente dans les Quadratures*; *ſçavoir* comme L*l* à AT. Ainſi, dans les Syzygies, la diminution de Gravité de la Lune par l'Action du Soleil, eſt à la Gravité entière, *comme* 1 *à* 89,36; car dans les Quadratures, l'Augmentation de la Gravité eſt à la Gravité même comme 1 à 178,72 *. 4230. * 4224.

Dans les Syzygies la Force, qui diminuë la Gravité, ſuit la même Proportion que ſa moitié, c'eſt-à-dire, que la Force, qui diminuë la Gravité dans les Quadratures *; ainſi elle *eſt en raiſon directe de la Diſtance de la Lune à la Terre* *, & *en* 4231. * 4230. * 4220.

raiſon inverſe du Cube de la Diſtance de la Terre au Soleil *.

* 4222.

4232. *Dans les Syzygies la Gravité de la Lune vers la Terre, quand la première s'éloigne du Centre de l'autre, diminuë davantage qu'en raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance de ce Centre*; car c'eſt en cette raiſon que la Diminution ſe feroit, ſi la Force, ôtée par l'Action du Soleil, ſuivoit cette même raiſon inverſe; mais comme au contraire elle va en augmentant, quand la Diſtance croit *, la Diminution eſt toujours plus grande, que ſuivant la raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance.

* 4231.

4233. Enfin ſoit la Lune en F, Lieu quelconque entre la Quadrature & la Syzygie, elle ſera attirée vers le Soleil par FS; or comme elle en eſt moins éloignée que la Terre T, il faut auſſi qu'elle ſoit attirée avec plus de Force: ſoit la Force, avec laquelle la Lune tend vers le Soleil, à celle, avec laquelle la Terre eſt portée vers cet Aſtre, comme FM à TS, que nous avons déjà employée ci-deſſus à déſigner cette même Gravité de la Terre. Ayant formé le Parallelogramme FHMI dont la Diagonale ſoit FM, & dont le Coté FH ſoit parallèle & égal à la Ligne TS; la Gravité de la Lune vers le Soleil peut ſe reſoudre en deux Forces, dont l'une agit par FH, & l'autre par FI; & ces Lignes déſignent les Preſſions déployées ſur la Lune pour lui faire parcourir ces mêmes Lignes *. L'Action par FH eſt commune à la Lune & à la Terre, qui tend auſſi vers le Soleil par une Ligne parallèle à FH, & avec une Force égale à celle qui eſt déſignée par cette Ligne; de ſorte, que par ce Mouvement de la Lune, ſa Situation à l'égard de la Terre ne change point, & que la Force, qui dérange le Mouvement de la Lune, ne conſiſte que dans la ſeule Preſſion par FI.

* 360.

4234. A cauſe de la Diſtance immenſe du Soleil, la Partie MS de la Ligne MF eſt très petite en comparaiſon de cette Ligne; & l'Angle FST, quand il eſt le plus grand comme AST, ſurpaſſe à peine la ſixième partie d'un Degré: d'où il ſuit que les Lignes MI & SN ſont très proches l'une de l'autre, & que les Points I & N peuvent ſans erreur ſenſible être conſiderez comme n'en formant qu'un ſeul. Et même cette erreur, quelque

que peu considérable qu'elle soit, est encore, eu égard à la Revolution entière, compensée par une erreur contraire, quand la Lune est en E. Ainsi la Force, qui dérange le Mouvement de la Lune, dans le cas en question peut être désignée par FN.

Il est bon de remarquer, que *lorsqu'on ne considère que la seule Partie EF de la Ligne ES, cette Ligne est tenuë pour parallèle à la Ligne Ll*, à cause de l'extrême petitesse de l'Angle formé par ces Lignes. 4235.

Du Point N soit menée NQ, perpendiculaire à la Ligne FT, continuée s'il le faut; cette Ligne est celle par laquelle la Lune gravite vers la Terre. Soit de plus construit le parallelogramme rectangle FPNQ. En resolvant la Force par FN en deux autres, l'une agissant par FQ & l'autre par FP, & représentées par ces Lignes *, l'Action par FQ diminuë la Gravité dans le cas de cette Figure; mais elle va en augmentant quand le Point Q tombe entre F & T: d'un autre coté, la Pression par FP fait que la Lune est attirée vers la Syzygie voisine L, & le Mouvement de la Lune est accèleré ou retardé, suivant que cette Force conspire avec le Mouvement de la Lune, ou agit en sens contraire. 4236. * 360.

Aux environs de la Syzygie la Gravité de la Lune diminuë, & la Ligne FQ, qui marque la Proportion de cette Diminution, devient plus petite en s'éloignant de la Syzygie jusqu'à ce qu'elle s'évanouisse à la Distance de 54 Degr. 44′; quand la Lune est à une plus grande Distance de la Syzygie, Q tombe entre F & T, & l'Action du Soleil augmente la Gravité de la Lune vers la Terre. 4237.

La Force par FP est nulle dans la Syzygie L, mais va en augmentant, en s'éloignant de L jusqu'au Point du milieu entre la Syzygie & la Quadrature; ensuite elle va de nouveau en diminuant, jusqu'à ce qu'elle soit encore nulle en B. 4238.

Entre B & *l*, ou *l* & A, les Dérangemens, que la Gravité éprouve, se déterminent de la même manière que dans ALB, Partie inférieure de l'Orbite; la Diminution de la Gravité est égale en E & en F; & dans la première de ces Situations la Lune est attirée dans son Orbite vers la Syzygie *l*, avec la même Force, qui la pousse en F vers la Syzygie L. 4239.

Il suit de ce que nous venons de dire, que *dans le Mou-* 4240.

vement de la Lune, depuis une Syzygie juſqu'à la Quadrature ſuivante, entre L & B, comme auſſi depuis *l* juſqu'en A, *la Gravité de la Lune vers la Terre augmente continuellement*, & que *le Mouvement de la Lune eſt continuellement retardé.*

4241. Mais *dans le Mouvement depuis une Quadrature juſqu'à la Syzygie ſuivante*, entre B & *l*, comme auſſi depuis A juſqu'en L, *la Gravité de la Lune vers la Terre diminuë à chaque moment, & ſa Viteſſe dans ſon Orbite eſt accèlerée.*

4242. Pour déterminer les Forces, dont dépendent ces Effets, il faut les comparer avec la Force connuë, dont la Gravité eſt
* 4224. augmentée dans les Quadratures *, & qui eſt repréſentée par la Diſtance de la Lune au Centre de la Terre.

4243. Les Lignes MI, HF, ST, ſont égales par la conſtruction; ainſi, comme les Points I & N peuvent être conſiderez comme n'en formant qu'un ſeul, MN vaut ST, & MS eſt égale à NT. Les Lignes MF & ST repréſentent les Forces, avec leſquelles la Lune en F & la Terre en T ſont portées vers le Soleil; ces Lignes ſont donc comme le Quarré de la
* 4049. Ligne TS au Quarré de la Ligne FS *; par conſequent, comme FG eſt la différence de ces Lignes, FM & TS dif-
* 4226. fèrent entr'elles de deux fois GF *, & en ajoutant GF à la Ligne FM, la différence entre GM & TS, c'eſt-à-dire MS, ſera triple de FG. Or comme c'eſt là préciſément la Valeur
* 4235. de NT, & que FE eſt double de FG *, NT eſt à FE comme trois à deux.

4244. Sur FT, prolongée s'il le faut, ſoit menée du Point E la Perpendiculaire EV; les Triangles rectangles EVF & NQT
* 4235. ſont ſemblables, à cauſe des Angles alternes VFE & QTN *:
29. El. I. Donc NT à FE, c'eſt-à-dire, trois à deux, comme NQ, égale à FP, eſt à EV; ainſi cette dernière Ligne eſt proportionelle aux deux tiers de la Force, qui eſt déſignée par FP; mais EV eſt le Sinus de l'Angle ETV au Centre, double de
* 20. El. III. l'Angle EFV à la circonférence *, égal à l'Angle FTL, qui marque la Diſtance où la Lune eſt de la Syzygie. Cela étant,

4245. *comme le Rayon* TA, ou TE, *au ſesqui-Sinus du double de la Diſtance où la Lune eſt de la Syzygie*, c'eſt-à-dire, à FP, *ainſi l'Augmentation de Gravité dans les Quadratures*, Augmentation déſignée par le Rayon TA, eſt *à la Force, qui ac-*

accélère ou retarde le Mouvement de la Lune dans ſon Orbite.

On peut déduire des mêmes principes, le Calcul de la Diminution de Gravité, & de ſon Augmentation, quand la Lune s'approche d'une de ſes Quadratures.

Cette Diminution eſt repréſentée par la Ligne FQ, qui vaut QT, moins le Rayon; mais, en conſiderant les Triangles EVF, NQT, il paroit que la Ligne VF priſe une fois & demie vaut QT; ainſi VT priſe une fois & demie, en ajoutant le demi-Rayon, déſigne la Diminution de Gravité qu'on cherche; & *le Rayon eſt à la ſomme ou à la différence du ſeſqui-Co-Sinus du double de la Diſtance, où la Lune eſt de ſa Syzygie, & de la moitié du Rayon, comme l'Augmentation de Gravité dans les Quadratures, à la Diminution ou à l'Augmentation de Gravité dans la Situation de la Lune, dont il s'agit dans le Calcul.* 4246. 4247.

La Différence entre le Co-Sinus & la moitié du Rayon eſt d'uſage, quand l'Angle, dont c'eſt le Co-Sinus, ſurpaſſe un Angle droit; à cauſe qu'en ce cas nous nous ſervons du Co-Sinus du Complément de l'Angle à deux droits; quand dans ce même cas le ſeſqui-Co-Sinus dont nous faiſons uſage, ſurpaſſe la moitié du Rayon, la quantité trouvée eſt additive, c'eſt-à-dire, augmente la Gravité, ce qui a lieu par tout dans la Quadrature, & juſqu'à 35 Degr. 16′ au-de-là. 4248.

Ces Forces, qu'elle que ſoit la Figure de l'Orbite Lunaire, ſont exactement déterminées; car on les compare, avec l'Augmentation de Gravité dans les Quadratures, en ſuppoſant la Lune dans la Quadrature à la même Diſtance de la Terre, à laquelle elle eſt réellement, dans l'endroit dont il s'agit; or cette Augmentation peut ſe trouver dans tous les cas *. 4249. * 4224. 4222. 4220.

Quoique le Calcul du Mouvement de la Lune n'entre qu'indirectement dans le but de cet Ouvrage, j'ai crû devoir indiquer en peu de mots, par quelle Méthode on détermine les Forces, qui dirigent le Mouvement de la Lune: ce détail pouvant ſervir à donner une idée plus préciſe de l'Effet général des Forces. 4250.

Avant que d'examiner le Mouvement de la Lune, il faut conſidérer l'une après l'autre les différentes Irrégularitez de ce 4251.

Mouvement; & pour éviter toute confuſion, il eſt bon de ne concevoir d'abord la Lune que comme décrivant autour de la Terre un Cercle, dans lequel elle peut être retenuë par ſa
* 638. 4049. Gravité *. Nous ſuppoſons auſſi que l'Orbite de la Lune ſe trouve dans le Plan de l'Ecliptique.

4252. L'Action du Soleil dérange ce Mouvement, & *l'Orbite eſt plus convexe dans les Quadratures que dans les Syzygies.* Car la Convexité d'une Courbe, décrite par l'effet d'une Force centrale, eſt d'autant plus grande, que cette Force détourne davantage à chaque inſtant le Corps de ſon Chemin; elle eſt auſſi plus grande, à Proportion que ce Corps ſe meut plus lentement, à cauſe que la Force centrale, en agiſſant plus long-tems, eſt plus en état, toutes choſes égales, de détourner un Corps de ſa route. Des cauſes contraires à celles, que nous venons de marquer, diminuent la Convexité de la Courbe. L'une & l'autre contribuent à augmenter la Convexité de l'Orbite dans
* 4240. * 4241. les Quadratures *, & à la diminuer dans les Syzygies *.

4253. D'où il ſuit, que la Figure circulaire de l'Orbite de la Lune ſe change en Ovale, dont le grand Axe paſſe par les Quadratures, les Parties les plus convexes devant ſe trouver dans les
4254. Quadratures. C'eſt ce qui fait que *la Lune eſt moins éloignée de la Terre dans les Syzygies & davantage dans les Quadratures*; & il n'y a pas lieu d'être ſurpris que la Lune s'approche de la Terre dans les Syzygies, quoique la Gravité de cette dernière à ſon égard ſoit diminuée, ſon approche n'étant pas l'Effet immédiat de cette Diminution, mais de l'Inflexion de l'Orbite vers les Quadratures.

4255. La Lune, en faiſant abſtraction de l'Action du Soleil, ne décrit pas un Cercle, mais une Ellipſe, dont un des Foyers coin-
* 3740. 626. 4049. 636. cide avec le Centre de la Terre *; car l'Orbite de la Lune eſt excentrique, & c'eſt par la Force de la Gravité qu'elle y eſt retenuë.

Ainſi ce que nous avons démontré n'eſt pas exactement applicable au Mouvement de la Lune; cependant comme les Forces, qui produiſent les Déviations que nous venons d'expliquer, agiſſent réellement ſur la Lune, l'Ellipſe, que la Lu-
4256. ne décriroit s'il n'y avoit point de Soleil, change, &, *toutes choſes d'ailleurs égales, les Propoſitions des Art.* 4252. 4254. *peuvent être appliquées au Mouvement de la Lune*; c'eſt-

c'eſt-à-dire, que la Figure de l'Ellipſe (que la Lune décriroit, en quelque Situation qu'elle fut à l'égard du Soleil, en faiſant abſtraction de l'Action de ce dernier) éprouve quelque changement, dès qu'on poſe l'Action du Soleil; les Parties de cette Orbite, qui ſe trouvent dans les Quadratures, deviennent plus convexes, au lieu que celles, qui paſſent par les Syzygies, perdent de leur Convexité; ce qui ne ſçauroit manquer de produire des variations dans les Diſtances.

Dans les Quadratures & les Syzygies, la Force qui dérange le Mouvement de la Lune, agit dans une même Ligne avec la Force de Gravité de la Lune vers la Terre *; ainſi la Force, qui agit continuellement ſur la Lune, & qui la retient dans ſon Orbite, eſt dirigée vers le Centre de la Terre, & *la Lune décrit autour du Centre de la Terre des Aires proportionelles aux Tems* *. 4257. * 4210. 4225. 4228. * 585.

Dans les autres Points de l'Orbite, comme F, outre la Force, qui agit par la Ligne F T, il y en a encore une autre, dont la direction eſt perpendiculaire à F T *, & qui eſt repréſentée ici par FP: la Direction de Force compoſée de ces deux Directions, paſſe tant ſoit peu à coté de la Ligne F T, & par cela même ne tend point au Centre de la Terre *; ainſi, *en menant des Lignes au Centre de la Terre, les Aires ne ſont point exactement proportionelles aux Tems* *. Dans les Points du milieu entre les Syzygies & les Quadratures FP eſt la plus grande de toutes; & la Force, que cette Ligne repréſente, eſt à la Gravité de la Lune vers la Terre, dans ce Point, en prenant les Diſtances moyennes de la Lune & du Soleil, comme 1 à 119,15 *; & la Direction de la Force, qui reſulte des Actions du Soleil & de la Terre ſur la Lune, fait avec la Ligne F T un Angle d'environ un Demi-Degré. 4258. TAB. CXXVII. Fig. 1. * 4236. * 318. * 586. * 4245.

Le Mouvement de la Lune eſt ſujet à pluſieurs autres Anomalies, ce qui rend la Courbe, qu'elle décrit, tout-à-fait irrégulière; cependant, pour ſoumettre cette Courbe au Calcul, autant qu'il eſt poſſible, *les Aſtronomes* la reduiſent à une Courbe, qui, telle qu'ils la *concoivent*, eſt *une Ellipſe, agitée de différens Mouvemens, & ſujette à divers changemens, pour que la Lune n'en ſorte pas.* 4259. 4260.

Nous avons obſervé au ſujet des Forces centrales, qu'un Corps 4261.

Corps ne décrit point une Ellipſe, ſi la Force centrale, qui le retient dans ſon Orbite, décroit dans une autre raiſon que dans la raiſon inverſe du Quarré de la Diſtance; que la Courbe peut ſouvent néanmoins être réduite à une Ellipſe mobi-
* 630. le *, qui tourne autour d'un des Foyers, & dont le Mouvement eſt dirigé tantôt vers le même coté que le Mouvement
* 631. * 632. du Corps *, & tantôt vers le coté oppoſé *.

4262. Nous inférons de ce qui vient d'être dit, que l'Orbite de la Lune ne peut être conſidérée comme elliptique, à moins qu'on ne la concoive comme agitée de quatre Mouvemens à chaque Revolution; c'eſt-à-dire, à moins que la Ligne des Apſides, (c'eſt-à-dire, le plus grand Axe de l'Ellipſe) qui paſſe par le Centre de la Terre, n'avance deux fois, & ne recule deux fois, en arrière.

4263. *Les Apſides avancent quand la Lune eſt dans les Syzygies* *,
* 631. 4232. * 4237. ou plutôt quand la Lune ſe meut entre le Point de la Syzygie, & celui qui n'en eſt éloigné que de 54 Degr. 44′ *. *Dans*
4264. *les Quadratures*, & juſqu'à la Diſtance de 35 Degr. 16′ de ces
* 632. 4223. 4247. Quadratures, *les Apſides reculent*, c'eſt-à-dire, vont d'Orient en Occident *.

4265. Les Forces, qui font que *les Apſides* avancent & reculent, ſont celles qui dérangent le Mouvement de la Lune, & qui ont déjà été expliquées; ainſi, comme la Force, qui dérange le Mouvement de la Lune dans les Syzygies, eſt double de
* 4230. celle qui produit un effet ſemblable dans les Quadratures *,
* 4263. 4264. & que les Apſides parcourent un plus grand Arc *, il ſuit, qu'*eu égard à la Revolution entière de la Lune*, ces Apſides, *toutes choſes égales, avancent davantage qu'elles ne reculent*.

4266. Dans un Cercle, dont le Centre coincide avec le Centre des Forces, il n'y a point de Diminution de Forces, parceque le Corps ne s'éloigne jamais du Centre. Ainſi l'Effet de la Diminution dont il s'agit eſt d'autant plus grand, que la Courbe, que le Corps décrit, diffère davantage d'un pareil Cercle.

Dans une Orbite elliptique, dont un des Foyers coincide
4267. avec le Centre des Forces, la Courbure *dans les Apſides* diffère d'un pareil Cercle plus que dans tout autre Point, & *l'Effet de la Diminution de la Force en s'éloignant du Centre des Forces, eſt le plus grand de tous.*

Si

Si l'Orbite eſt peu excentrique, il y aura, *aux Extrèmitez du petit Axe*, très peu de différence entre la Courbure du Cercle dont nous venons de parler, & celle de l'Ellipſe rélativement au Foyer, & *l'Effet de la Diminution eſt le plus petit de tous.* 4268.

Le Mouvement des Apſides, ſoit qu'elles avancent ou qu'elles reculent, dépend de la Proportion, ſuivant laquelle la Force de la Gravité décroit en s'éloignant du Centre de la Terre *, & *eſt* par conſequent *l'Effet de la Diminution de la Force centrale.* 4269. *631. 632.

Le Mouvement des Apſides eſt ſujet à divers Changemens: *la Viteſſe des Apſides eſt la plus grande de toutes dans une Revolution de la Lune, quand la Ligne des Apſides eſt dans les Syzygies* *; *& en ce cas, elles reviennent*, dans la même Revolution, *avec la plus grande lenteur de toutes* *, la petiteſſe de l'Excentricité de la Lune étant cauſe que les Quadratures ne ſont guères éloignées des Extrèmitez du petit Axe de l'Orbite. 4270. TAB. CXXVII. Fig. 2. * 4263. 4269. 4267. * 4264. 4269. 4268.

La Ligne des Apſides étant dans les Quadratures, les Apſides ſe meuvent avec la plus grande lenteur de toutes d'Occident en Orient dans les Syzygies *; *mais elles reviennent avec la plus grande Viteſſe de toutes dans les Quadratures* *; *&, en ce cas, dans une Revolution entière de la Lune, les Apſides reculent davantage qu'elles n'avancent.* 4271. TAB. CXXVII. Fig. 3. * 4263. 4269. 4268. * 4264. 4269. 4297.

Pendant que la Terre parcourt ſon Orbite, la Ligne des Apſides acquiert ſucceſſivement toutes les Situations poſſibles à l'égard du Soleil; ainſi *en conſidérant une grande ſuite de Revolutions de la Lune, les Apſides doivent avancer ſenſiblement* *, & l'on ſçait par des Obſervations Aſtronomiques, que dans l'eſpace d'environ huit Ans la Ligne des Apſides fait une Revolution entière. 4272. * 4265.

Nous avons dit que l'Excentricité de l'Orbite varioit auſſi.

L'Excentricité d'un Corps augmente, quand la Force centrale, par une Diminution continuelle, *décroit plus vite qu'auparavant*; car alors, pendant que le Corps eſt tranſporté depuis l'Apſide la plus baſſe juſqu'à l'Apſide la plus élevée, il eſt moins attiré que ſi la Force ne décroiſſoit pas tant, & par cela même il s'écarte davantage; l'Excentricité de la même Orbite augmente auſſi, dans le même cas, pendant que le Corps 4273.

eſt tranſporté depuis l'Apſide la plus élevée juſqu'à l'Apſide la plus baſſe, la Viteſſe croiſſant plus vite en ce cas, parceque le Corps s'approche du Centre; de ſorte que dans les deux cas la différence entre la plus grande & la plus petite Diſtance au Centre des Forces va en croiſſant, ce qui augmente l'Excentricité. Un raiſonnement tout pareil peut ſervir à prouver,

4274. que *l'Excentricité diminuë quand la Force centrale décroit plus lentement qu'auparavant, pendant que le Corps s'éloigne du Centre.*

En appliquant ce que nous venons de dire au Mouvement

4275. de la Lune, il paroit, que *l'Excentricité de l'Orbite é-*
* 4232. *prouve divers Changemens à chaque Revolution*, augmentant
4273. quand la Lune paſſe par les Syzygies *, & diminuant lorſ-
* 4223. qu'elle ſe trouve dans les Quadratures *. Au reſte *l'Excentri-*
4274. *cité eſt la plus grande de toutes, quand la Ligne des Apſi-*
4276. *des paſſe par les Syzygies*, parceque la Cauſe, qui augmente l'Excentricité, eſt la plus grande de toutes dans toute la Revolution, & celle, qui la diminuë, la plus petite; dans la Situation, que nous attribuons ici aux Apſides, la Force centrale décroit plus vite que ſuivant la raiſon inverſe du Quarré de
* 4232. la Diſtance *; ce qui augmente l'Excentricité *, qui eſt la plus
* 4273. grande de toutes dans cette Situation *. Mais *l'Orbite a le*
* 4267. *moins d'Excentricité, quand la Ligne des Apſides ſe trouve dans les Quadratures*, la Cauſe, qui diminuë l'Excentricité,
* 4223. étant alors la plus grande de toutes *.
4274.

4277. Nous avons dit, que la Lune faiſoit ſa Revolution dans un Plan incliné à celui de l'Ecliptique; que la Ligne des Noeuds
* 3743. ſe mouvoit d'Orient en Occident *, & que l'Inclinaiſon de
* 3742. l'Orbite étoit variable *; ces mêmes Effets peuvent ſe déduire de l'Action du Soleil ſur la Lune.

Comme l'inclinaiſon de l'Orbite lunaire eſt très petite, les Forces, que nous avons conſidérées juſqu'ici comme agiſſant dans le Plan de l'Ecliptique, ſans faire attention à l'Inclinaiſon de l'Orbite, peuvent, ſans erreur ſenſible, être rapportées au Plan de l'Orbite, dans lequel la Lune eſt aſſujettie aux Mou-

4278. vemens expliquez ci-deſſus. Mais *il y a une Force, qui fait ſortir la Lune du Plan de ſon Orbite*; ainſi il faut concevoir ce Plan comme agité, pour que la Lune ne ſorte pas de ſon
* 4260. Orbite *.

Soit

Soit la Lune en F; de ce qui a été dit de l'Action du Soleil *, il ſuit que le Plan du Parallelogramme FHMI paſſe par la Ligne TS, qui joint les Centres du Soleil & de la Lune, & qui ſe trouve par cela même dans le Plan de l'Ecliptique; de ſorte que le Point N, vers lequel eſt dirigée FN, qui déſigne la Force, avec laquelle le Mouvement de la Lune eſt dérangé par l'Action du Soleil, ſe trouve dans ce Plan. 4279. TAB. CXXVII. Fig. 1. * 4233.

Soit cette même Force repréſentée par FI, & la Ligne FR perpendiculaire en F au Plan de l'Orbite; ſoit de plus le Parallelogramme FRI*i*, qui aît ſon Coté F*i* dans le Plan de l'Orbite, & dont FI ſoit la Diagonale; la Force, qui agit par FI, peut ſe reſoudre en deux autres, agiſſant par FR & par F*i*, qui ſont repréſentées par ces Lignes *, & dont la derniè- re déploye ſon Action dans le Plan de l'Orbite: de ſorte qu'il faut rapporter à cette Force ce qui a été dit dans l'Art. 4233. de la Force, qui dérange le Mouvement de la Lune; car les Lignes F*i* & FI diffèrent très peu, & le Plan du Parallelogramme FRI*i* eſt perpendiculaire au Plan de l'Orbite de la Lune. 4280. TAB. CXXVII. Fig. 4. * 360.

Il s'agit de déterminer la Ligne FR, repréſentant la Force, qui agit perpendiculairement au Plan de l'Orbite, & qui fait ſortir la Lune de ce Plan; or la raiſon de FR, ou I*i*, au Rayon ET, eſt la même que celle de la Force qui déran- ge le Mouvement de la Lune, & dont il s'agit ici, à l'Augmentation de Gravité dans les Quadratures *. 4281. * 4245.

Dans le cas de cette Figure, où la Ligne des Noeuds N*n*, répond aux Quadratures, on trouve FR; parceque IT (qui eſt NT dans la Fig. 1.) eſt connuë *, & que IT eſt à I*i*, ou FR, comme le Rayon au Sinus de l'Inclinaiſon de l'Orbite. 4282. * 4243.

Mais il faut déterminer dans tous les cas la Force, qui fait ſortir la Lune de ſon Plan; ſuppoſons donc que la Ligne des Noeuds aît pris la Situation M*m*, ce qui, tout le reſte demeurant de même, emporte un Changement à l'égard de I*i*. Sur *m*M, prolongée s'il le faut, ſoient menées les Perpendiculaires *i*X, IX, qui font un Angle égal à l'Inclinaiſon du Plan de l'Orbite. 4283.

La Raiſon entre ET & I*i*, c'eſt-à-dire, *la raiſon entre l'Augmentation de Gravité dans les Quadratures & la Force* 4284.

cherchée, *qui fait ſortir la Lune du Plan de ſon Orbite*, *eſt* compoſée des raiſons de la Ligne ET à TI, de celle de la Ligne TI à IX, & enfin de celle de la Ligne IX à I*i*. La première eſt la raiſon entre le Rayon & le triple du Sinus
* 4243. de la Diſtance, où la Lune eſt de ſa Quadrature *; la ſeconde eſt la raiſon du Rayon au Sinus de l'Angle ITX, c'eſt-à-dire, de la Diſtance où le Noeud eſt de la Syzygie; enfin la troiſième eſt la raiſon du Rayon au Sinus de l'Inclinaiſon de l'Orbite: & *la raiſon* compoſée de toutes ces raiſons eſt celle *du Cube du Rayon à trois fois le produit du Sinus de la Diſtance, où la Lune eſt de la Quadrature, de celui où le Noeud eſt de la Syzygie, & enfin de celui de l'Inclinaiſon du Plan.* C'eſt de cette Force qu'il s'agit dans l'Art. 4249.

4285. *Cette* même *Force eſt nulle dans les Quadratures*, à cauſe que le Point I coincide avec le Point T, Centre de la Terre, & que les Lignes FI & F*i*, en ne formant plus qu'une ſeule & même Ligne dans le Plan de l'Orbite, font évanouir
* 4284. la Ligne I*i*; ce qui ſuit auſſi de la Règle mentionée *; car dès que le Sinus de la Diſtance, où la Lune eſt de la Quadrature, s'évanouit, il faut néceſſairement que tout le Produit, multiplié par ce Sinus, s'évanouiſſe auſſi.

4286. TAB. CXXVII. Fig. 5. Ce même Produit, & par conſequent *la Force* qu'il repréſente, *s'évanouit* auſſi, quand le Sinus de la Diſtance, où le Noeud eſt de la Syzygie, s'évanouit, c'eſt-à-dire, *quand la Ligne des Noeuds répond aux Syzygies*; c'eſt ce qu'on peut déduire encore de ce que la Ligne des Noeuds N*n*, étant continuée, paſſe par le Soleil; ainſi le Soleil, ſe trouvant dans le Plan même de l'Orbite, ne peut attirer à lui la Lune que dans ce même Plan.

4287. *La Force, que nous examinons, augmente* auſſi *quand la Lune approche de la Syzygie, & quand le Noeud s'en éloigne* *.
* 4284.

4288. TAB. CXXVII. Fig. 6. Soit P*p* le Plan de l'Ecliptique; PA l'Orbite de la Lune; quand la Lune eſt en A, c'eſt-à-dire, quand elle s'eſt tant ſoit peu éloignée du Noeud, elle ſort du Plan de ſon Orbite, & ne ſe meut point dans le ſecond Moment par AB, continuation de l'Orbite PA, mais par A*b*, à cauſe que par B*b* elle s'approche du Plan de l'Ecliptique; ainſi la direction de ſon Mouvement eſt comme ſi elle venoit d'un Noeud plus éloi-

gné

gné *p*. Ce qui fait voir que *les Noeuds reculent, quand la Lune parcourt ſon Orbite*, auſſi long-tems qu'elle s'éloigne d'un Noeud : les Noeuds reculent auſſi, quand la Lune s'approche du Noeud oppoſé ; à cauſe qu'étant continuellement pouſſée hors de ſon Orbite vers le Plan de l'Ecliptique, ſon Mouvement eſt continuellement dirigé vers un Point moins éloigné de ce Plan, & qu'ainſi elle parvient plus vite au Noeud, que ſi, n'étant pas agitée d'un pareil Mouvement, elle avoit continué à ſe mouvoir avec la même Viteſſe. 4289.

En conſiderant la Revolution entière de la Lune, toutes choſes égales, les Noeuds vont très vite d'Orient en Occident, quand la Lune eſt dans les Syzygies *, *enſuite plus lentement, juſqu'à ce qu'ils ceſſent de ſe mouvoir, ce qui a lieu quand la Lune eſt dans les Quadratures* *. 4290. * 4287. * 4285.

Pendant que la Terre fait ſa Revolution autour du Soleil, *la Ligne des Noeuds*, en faiſant abſtraction de leur Mouvement, dont il a été parlé dans l'Art. précédent, acquiert ſucceſſivement toutes les Situations poſſibles, à l'égard du Soleil: & *paſſe, chaque année, deux fois par les Syzygies & deux fois par les Quadratures.* 4291.

Si l'on conſidère à préſent *une grande ſuite de Revolutions lunaires, il ſe trouvera que les Noeuds reculent très vite pendant toute une Revolution, où ces Noeuds ſe trouvent dans les Quadratures* *, *enſuite plus lentement, juſqu'à ce qu'ils ceſſent de ſe mouvoir, ce qui a lieu quand la Ligne des Noeuds répond aux Syzygies* *. 4292. * 4287.

L'Inclinaiſon de l'Orbite eſt changée par cette même Force, qui agite les Noeuds, cette Inclinaiſon étant *augmentée quand la Lune s'éloigne d'un Noeud, & diminuée quand elle s'en approche.* * 4286. 4293.

Pour s'en convaincre, il ſuffit d'obſerver que l'Angle *bp*L eſt plus petit que l'Angle APL, & que la même cauſe, qui le rend plus petit, le fait décroitre continuellement, ce qui aggrandit l'Inclinaiſon ; mais quand la Lune eſt parvenuë à ſa plus grande Diſtance du Plan de l'Ecliptique, & qu'elle avance vers le Noeud oppoſé, la direction de ſon Mouvement eſt continuellement détournée vers le Plan de l'Ecliptique, & eſt moins inclinée à ce Plan, que ſi la Lune continuoit à ſe mouvoir dans ſon Orbite: ſoit Nn*n* le Plan de l'Ecliptique, & la 4294.

Courbe N*n* l'Orbite de la Lune; la Force, qui la fait continuellement ſortir de ſon Orbite, change ſa Route, & lui fait parcourir la Courbe Nn, qui eſt davantage inclinée à N*n* en N, qu'en n; de ſorte qu'il faut concevoir l'Inclinaiſon du
* 4278. Plan de l'Orbite changée deux fois *, dans le tems que la Lu-
4295. ne va d'un Noeud à l'autre: d'où il ſuit, qu'*à chaque Revolution de la Lune, l'Inclinaiſon de l'Orbite eſt diminuée deux fois, & autant de fois augmentée.*

4296. *En ſuppoſant que les Noeuds* N*n répondent aux Quadratures*, les Forces, qui *dans une ſeule Revolution* augmentent
TAB. CXXVII. Fig. 4. l'Inclinaiſon, & la diminuent, ſont égales entr'elles; car à cauſe de l'égalité de la Diſtance, où chaque Noeud eſt des Syzygies, les Forces, qui changent l'Inclinaiſon en ND & *n*E, ſont égales à celles, qui ont lieu dans les Points correſpondans, en
* 4284. D*n* & EN *; les premières augmentent *l'Inclinaiſon*, & les
* 4293. dernières la diminuent *: la Diminution de l'Angle d'Inclinaiſon, cauſée par l'Action des unes, eſt reparée par celle des autres, & par conſéquent cet Angle *conſerve la même Grandeur.*
* 4291. Dans le Mouvement en queſtion de la Ligne des Noeuds * rélativement au Soleil (Mouvement qui dépend de la Situation parallèle de cette Ligne) le Noeud N va vers la Syzygie E. Lorſque, par Ex. la Ligne des Noeuds eſt parvenuë à la Situation M*m*, la Lune, en s'éloignant des Noeuds, paſſe par les Quadratures N*n*, dans leſquelles la Force, qui change l'Inclinaiſon eſt nulle *, & dans le voiſinage deſquelles cette Force eſt
* 4285. la plus petite de toutes *: mais quand la Lune avance vers les
* 4284. Noeuds, elle s'éloigne des Quadratures, & une plus grande
* 4284. Force agit ſur elle *; ainſi *en conſidérant la Revolution entière*,
4297. l'Augmentation de l'Angle d'Inclinaiſon en ſurpaſſe la Di-
* 4293. minution *; c'eſt-à-dire, que cet Angle augmente, ou ce qui revient au même, que *l'Inclinaiſon diminuë*; ce qui a lieu par tout *dans le Mouvement des Noeuds, depuis les Quadratures juſqu'aux Syzygies.*

4298. *Quand les Noeuds ſont parvenus aux Syzygies, l'Inclinaiſon du Plan de l'Orbite eſt la plus petite de toutes*, le Plan
4299. de l'Orbite *dans le Mouvement des Noeuds depuis les Syzygies juſqu'aux Quadratures*, étant incliné de plus en plus; car en ce cas, quand la Lune avance vers les Noeuds, elle paſſe par les Quadratures, & quand elle s'en éloigne, elle s'éloigne auſſi

des

des Quadratures, & *dans une Revolution entière de la Lune*, la Force, qui augmente l'Inclinaiſon, ſurpaſſe celle qui la diminuë *; ainſi *l'Inclinaiſon augmente*; & *l'Inclinaiſon eſt la plus grande de toutes, quand les Noeuds ſont dans les Quadratures*, où ſe termine la Diminution de l'Angle que le Plan de l'Orbite fait avec le Plan de l'Ecliptique *. * 4285. 4293. 4300.

Tous les Dérangemens dans le Mouvement de la Lune, que nous venons d'expliquer, *ſont tant ſoit peu plus grands dans la Conjonction que dans l'Oppoſition* *. * 4296. 4301.

Pour déterminer *toutes les Forces, qui dérangent le Mouvement de la Lune*, il faut trouver la raiſon qu'elles ont avec l'Augmentation de Gravité dans les Quadratures *; ainſi elles éprouvent toutes les mêmes changemens, qui arrivent à cette Augmentation, c'eſt-à-dire, qu'elles *ſont en raiſon inverſe du Cube de la Diſtance du Soleil à la Terre* *: que *ſi cette Diſtance reſte la même, elles ſont comme la Diſtance de la Lune à la Terre* *. *Toutes les Forces, qui dérangent le Mouvement de la Lune, étant conſidérées enſemble, la Diminution de Gravité l'emporte* *; ce qu'on peut déduire immédiatement du Mouvement des Apſides d'Occident en Orient; car ce Mouvement démontre, qu'en conſidérant enſemble un grand nombre de Revolutions, l'Effet de la Diminution de Gravité ſurpaſſe l'Effet de l'Augmentation *. * 4229. 4302. * 4245. 4247. 4284. * 4222. * 4220. 4303. * 4230.

Donc *en conſidérant le Mouvement de la Lune d'une maniére générale, la Gravité de la Lune vers la Terre diminuë quand elle approche du Soleil* *; car étant alors moins attirée par la Terre, elle doit s'en éloigner davantage qu'elle ne feroit, ſi une pareille Diminution de Gravité n'avoit point lieu; ainſi, dans *le* cas, dont il s'agit, la Diſtance de la Lune augmente, auſſi bien que ſon *Tems périodique* *; & ce Tems *eſt le plus grand de tous, & la Diſtance de la Lune, toutes choſes égales, la plus grande, quand la Terre eſt dans ſon Perihelie* *, parcequ'elle ſe trouve alors à ſa plus petite Diſtance du Soleil. *630. 631. 4304. * 4303. 4302. 4305. * 582. * 3703.

CHA-

CHAPITRE XVII.

Des Figures des Planètes.

4306. EN examinant les Figures des Planètes, on trouve qu'elles ſont telles préciſément, que l'exigent les Loix, ſuivant leſquelles nôtre Syſtème Planétaire eſt gouverné. C'eſt une choſe très conforme à cet Ordre admirable, que nous appercevons par tout, que les Planètes n'éprouvent pas l'Action
4307. de Forces, propres à les détruire; c'eſt-à-dire, que *chaque Planète, ſoit du premier Ordre, ſoit du ſecond, a la Figure, qu'elle devroit acquerir, ſi elle étoit toute compoſée de Matière fluide*; ce qui convient avec les Phénomènes.

4308. D'où il ſuit, que *toutes les Planètes, tant celles du premier Ordre, que celles du ſecond, ſont ſphériques*; car elles ſont formées d'une Matière, dont les Particules gravitent mu-
* 4047. 4048. tuellement les unes vers les autres *: Gravitation, dont la Figure ſphérique eſt un effet, comme nous l'avons déjà vû, en parlant de la Figure, que l'Attraction fait prendre à une
* 76. Goutte *.

4309. *La Figure ſphérique des Planètes n'éprouve aucun Changement par leur Revolution autour du Soleil, non plus que celle des Satellites par leur Revolution autour de la Planète du premier Ordre, à laquelle ils appartiennent*; à cauſe que le même Mouvement tranſporte chaque Particule: mais le Mouvement autour de l'Axe produit du changement dans la Figure; & ce Changement eſt plus grand, à meſure que ce Mouvement ſe fait avec plus de Viteſſe. Car par la Force
4310. centrifuge *les Corps deviennent plus legers ſous l'Equateur*; de là vient, comme nous le démontrerons dans le 2me des Scho-
4311. lies ſuivans, qu'*une Planète* eſt par tout plus élevée ſous l'Equateur que ſous les Poles, & *acquiert, par ſon Mouvement ſur ſon Axe, la Figure d'un Sphéroide applati vers les Poles*, la hauteur diminuant continuellement vers chaque Pole, par

par cela même que la Force centrifuge diminuë, à cauſe de la Diminution de la Diſtance de l'Axe *.

* 607.

En comparant ce qui a été démontré ſur ce ſujet avec les Phénomènes, on verra pourquoi tous les Corps de nôtre Syſtème Planétaire ſont ſphériques *; cependant leur Figure n'eſt pas exactement ſphérique, & eſt tant ſoit peu changée par le Mouvement de ces Corps ſur leurs Axes *, comme on peut s'en convaincre par des Obſervations, faites ſur la Figure de Jupiter & ſur celle de nôtre Terre, la choſe n'étant pas ſenſible dans la plûpart des autres Planètes.

4312.

* 3690.

* 4311.

Les Aſtronomes ont obſervé, que l'Axe de Jupiter eſt plus petit que le Diamètre de ſon Equateur; car quoique cette Planète ſoit la plus grande de toutes, elle tourne néanmoins ſur ſon Axe avec plus de Viteſſe qu'aucune autre *, & c'eſt ce qui fait que la différence en queſtion peut être appercuë.

4313.

* 3731.

Nous pouvons déterminer de combien nôtre Terre eſt plus élevée ſous l'Equateur *, quoiqu'il ſe puiſſe très bien, que les Habitans des autres Planètes, en cas qu'elles ſoient habitées, ne s'appercoivent pas plus de cette Différence, que nous ne remarquons l'Applatiſſement de Mars vers ſes Poles.

4314.

* 4322.

En ſuppoſant la Terre fluide, elle ne ſçauroit manquer d'acquerir la Figure d'un Sphéroide applati vers les Poles *; ſi elle eſt formée d'une Matière héterogène, & dont les parties, en s'éloignant du Centre, ſoient plus denſes, mais par tout également denſes à la même Diſtance de ce Centre, l'Equilibre ne ſçauroit avoir lieu, à moins que la Terre ne ſoit applatie davantage vers le Pole, que ſi la Matière étoit homogène, comme nous le prouverons dans le 2d Scholie.

4315.

* 4311.

Si nous concevons à preſent, que les parties, qui ſont vers le Centre, tiennent enſemble, cela ne produira aucun changement dans la ſituation des autres parties: ſituation, qui ne ſera pas même changée, ſi les parties, qui tiennent enſemble, s'étendent dans quelques endroits, juſqu'à la Superficie; ce qui eſt le cas de nôtre Terre. La Superficie de la Mer a donc acquis une Figure applatie vers les Poles. Et comme les Rivages ne ſont par tout que très peu élevez au-deſſus de la Mer, il eſt manifeſte que le Globe de la Terre a la même Figure que la Mer.

4316.

Pour ce qui concerne cette Figure même, on ne peut déter-

4317.

terminer ce qui y a rapport que par des Mesures & des Observations immédiates, comme nous le verrons dans les Scholies, où seront démontrées les Propositions suivantes.

4318. Soit *e*PE la moitié de la Section de la Terre par le Méridien; C le Centre; P le Pole; E*e* le Diamètre de l'Equateur.

TAB. CXXVI. Fig. 9.

4319. Le Diamètre de l'Equateur contient 3399474 Perches, mesure du Rhin.

4320. L'Axe de la Terre = 3380406.

4321. Donc le Diamètre moyen = 3389940.

4322. *L'Equateur est élevé de* 9534 *Perches.*

4323. La raison entre l'Axe & le Diamètre de l'Equateur est la même qu'entre 177,3. & 178,3.

4324. La Superficie de la Mer se dispose nécessairement de façon
* 1413. à être perpendiculaire à la direction de la Pesanteur *; & la Tangente IF, qui touche cette Superficie au Point I, déter-
* 3909. mine le Plan de l'Horizon *. Cela étant, il est clair qu'une
4325. Perpendiculaire à la Tangente, laquelle représente *la Direction de la Pesanteur*, comme IB, *ne tend pas toujours vers*
4326. *le Centre de la Terre. Cependant cette Ligne détermine la Hauteur du Pole*, cette Hauteur étant égale à l'Angle que
* 3947. IF fait avec PC *, ou ID, que nous supposons parallèle à l'Axe, c'est-à-dire, perpendiculaire à *e*E. Cet Angle est DIF, égal à IBD.

4327. Si, après avoir mené à la Superficie en *i* la Perpendiculaire *ib*, l'Angle *ib*D surpasse l'Angle IBD d'un seul Degré, les Points I & *i* diffèrent aussi d'un Degré en fait de Latitude,
4328. & l'Arc I*i* est d'un Degré *dans le Méridien.* Concevons l'Arc entier PIE divisé de cette manière en 90 Degrez; *les Degrez* en question *ne sçauroient être égaux*, toute Figure ovale ayant le plus de Convexité aux extrèmitez du grand Axe, & le moins aux extrèmitez du petit Axe; d'où il suit, que le Point où les Lignes *ib*, IB, se réunissent, c'est-à-dire, le Point A, est plus éloigné de la Superficie, à mesure que le Point I approche davantage du Pole; car A est le Centre d'un Cercle, qui coincide avec l'Arc I*i*; & le Rayon du Cercle est plus grand à mesure que la Superficie a moins de Courbure;
4329. ainsi quand IA croit l'Arc I*i* croit aussi; donc *les Degrez vont en croissant en approchant du Pole. Le Degré, qui se ter-*

termine au Pole, eſt le plus grand de tous; & celui, qui commence à l'Equateur, le plus petit.

Le plus grand Degré contient 29833,4. Perches du Rhin, & le plus petit 29334,15. Perches. 4330.

Donc un Degré moyen eſt de 29583,77. Perches. Ce Degré ne diffère guères de celui, dont le Point du Milieu eſt à 45 Degr. de Latitude. 4331.

La raiſon, qu'il y a entre le plus grand Degré & le plus petit, eſt la même qu'entre 59,75 & 58,75; à peu près comme 60 à 59. 4332.

La Peſanteur diffère auſſi en différentes Latitudes, étant la plus petite ſous l'Equateur *, & la plus grande ſous le Pole; & ces Peſanteurs ſont entr'elles comme 201,5. à 202,5. 4333. * 4310.

La longueur du Pendule, qui bat les Secondes à Paris, exactement meſurée par M. de Mairan, a été trouvée de 440,57. Lignes de Pied de Roi. La Hauteur du Pole y eſt de 48 Degr. 50′. 4334.

Le même Pendule à Secondes, tranſporté en Laponie à une Latitude de 66 Degr. 48′. a fait 86217,5. Vibrations, dans le Tems qu'il n'en a fait à Paris que 86158,4. Ainſi les Peſanteurs ſont entr'elles dans ces Lieux, comme 729,6 à 728,6; nous verrons dans le 4me des Scholies ſuivans comment on peut inférer de là la Proportion, que la Peſanteur a dans tel endroit de la Terre, avec celle qui a lieu dans tel autre endroit; & que ces Peſanteurs ſont entr'elles comme les Longueurs des Pendules, qui achèvent leurs Vibrations en Tems égaux *. 4335. * 432.

La Longueur du Pendule, qui bat des Secondes, eſt ſous l'Equateur de 455,14. Lign. du Pied de Rhin; à Paris de 456,42. Lign. du même Pied; à Pello en Laponie, à 66 Degr. 48′. de Latitude, de 457,08. des mêmes Lignes; & enfin ſous le Pole de 457,40. Lign. * 431. 4336.

Si des Corps tombent librement, on peut trouver l'Eſpace parcouru en 1″ *. Cet Eſpace eſt, dans les quatre Endroits que nous venons d'indiquer, en prenant pour meſure des Pieds du Rhin, 15,597.; 15,641.; 15,663.; & 15,674. 4337. * 415. 374.

La Peſanteur moyenne Arithmétique entre les quatre qui viennent d'être marquées, feroit parcourir à un Corps en 1″, 15,635. Pieds. Nous avons vû ci-deſſus comment on détermi- 4338.

ne la Pesanteur moyenne, quand il s'agit de comparer cette Pesanteur avec celle, qui fait tendre vers la Terre un Corps
* 4080. placé au-de-là de l'Atmosphère *.

SCHOLIE I.

De quelques Proprietez de l'Ellipse.

4339. TAB. CXXVII. Fig. 7. Soit ePE une Demi-Ellipse; Ee le grand Axe; CP la moitié du petit Axe; CD une Abscisse quelconque; DI l'Ordonnée correspondante; eE un Demi-Cercle ayant pour Diamètre eE.

4340. Nous avons

$$ED \times De = DK^2, DI^2 * :: CE^2 = Ce^2, CP^2 *.$$

*8. 4. 17. EL. VI. * *La Hire Sect. con. liv. 3. prop. 3.* *22. EL. VI. Quand les Quarrez sont proportionels les Racines sont aussi proportionelles *.

4341. Donc

$$DK, DI :: Ce, CP.$$

4342. Si l'on décrit un Cercle, dont le Diamètre soit le petit Axe de l'Ellipse, & qu'on mène HI, ordonnée à cet Axe, & coupant le Cercle en i, on pourra démontrer de la même manière cette Proportion,

4343.
$$Hi, HI :: CF, CE.$$

Le reste n'est qu'un Calcul, & doit être traité algébraïquement.

4344. Nous supposons donc

TAB. CXXVI. Fig. 9.

$z = CE$, moitié du grand Axe de l'Ellipse.
$u = CP$, moitié du petit Axe.
$x = CD = HI$, Abscisse quelconque.
$y = DI$, Ordonnée correspondante.

4345. Soit de plus IF Tangente à l'Ellipse en I; & IB perpendiculaire à l'Ellipse, & par cela même à la Tangente, au même Point I; le Point, où cette Perpendiculaire rencontre la Perpendiculaire voisine, & infiniment peu éloignée Ai, marque le Rayon de la Convexité de l'Ellipse en I. Soit ce Rayon nommé

4346.
$$r = AI.$$

4347. L'Angle IBD, que cette Perpendiculaire AI fait avec l'Axe eE, est égal à DIF *. *8. EL. VI.

4348. Soit s la Secante de cet Angle;
t la Tangente du même Angle, en supposant le Rayon $= 1$.

4349. Donc $tt + 1 = ss$ *; & $ss - tt = 1$. *47. EL. I.

Nous

Nous ſuppoſons de plus, zz, $uu :: 1$, a. 4350.

Ainſi $a = \frac{uu}{zz}$. 4351.

Et az eſt le Paramètre du grand Axe. 4352.

Les Valeurs des autres Lignes ſe trouvent après cela de la manière ſuivante.

$sy = IF$; parceque 1, $s :: y$, IF. 4353.

$ty = DF$; parceque 1, $t :: y$, DF. 4354.

$\frac{sy}{t} = IB$; parceque t, $1 :: IF\ (sy)\ IB$. 4355.

$\frac{y}{t} = DB$; parceque t, $1 :: y$, DB. 4356.

Nous avons eu ci-deſſus dans l'Ellipſe *. 4357.

$\overline{z-x} \times \overline{z+x} = zz - xx$, $yy :: zz$, $uu :: 1$, a. *. * 4340.

Nous avons auſſi $\div$, CD, CE, CF *; c'eſt-à-dire, * 4350. 4358.

$\div x$, z, $x+ty$, & $zz = xx + xty$, ou $zz - xx = xty$. * La Hire Sect. Con. liv. 3. prop. 8.

Et la Proportion précédente * peut ſe changer en celle-ci * 4357.

1, $a :: xty$, $yy :: xt$, y.

Donc $y = atx$, ou $x = \frac{y}{at}$. 4359.

Et $ax = \frac{y}{t} = DB$ *. 4360.

Si dans l'Equation $zz = xx + xty$ *, nous ſubſtituons atx à la place de y *, nous aurons * 4356. * 4358.

$zz = xx + attxx$; c'eſt-à-dire, $zz = xx \times \overline{1+att}$; & $z = x \times \overline{1+att}^{\frac{1}{2}}$. * 4359. 4361.

D'où nous inférons $xx = \frac{zz}{1+att}$; & $x = \frac{z}{\overline{1+att}^{\frac{1}{2}}}$. 4362.

Par la même raiſon $y = \frac{atz}{\overline{1+att}^{\frac{1}{2}}}$ *. 4363.

Entre les Lignes DC & DB regne la même raiſon conſtante qu'il y a entre zz & uu, c'eſt-à-dire, entre 1 & a *; car ces Lignes ſont x & ax * * 4359. 4364.

Convert. CD, CB :: 1, $1 - a$ :: Cd, Cb. * 4350.

Par conſequent Dd = g I, Bb :: 1, $1 - a$. * 4344. 4360.

Nous avons auſſi GI, g I :: BF, DF, à cauſe que les Figures IGig, FBID, ſont ſemblables. 4365. 4366.

Donc en ajoutant enſemble les raiſons

GI, Bb :: BF, DF $- a$DF. 4367.

4368. A cauſe des Triangles ſemblables AGI, ABb,
* 4367. GI, Bb:: AI, AB:: BF, DF — aDF *.
Convert. & Invert. IB, AI:: BD + aDF, BF = BD + DF.

* 4355. Algébraïquement $\frac{sy}{t}$ *, r * :: $\frac{y}{t}$ * + aty *, $\frac{y}{t} + ty$. C'eſt-à-dire, qu'en di-
* 4346.
* 4360. viſant les termes de cette dernière raiſon par y & en les multipliant par t,
* 4354.
* 4349. $$\frac{sy}{t}, r :: 1 + att, 1 + tt = ss \text{ *}.$$

4369. Donc $$r = \frac{s^3 y}{t + at^3} = \frac{s^3 ax}{1 + att} \text{ *} = \frac{s^3 az}{\overline{1 + att}^{\frac{3}{2}}} \text{ *}.$$
* 4360.
* 4362.

4370. Ainſi $$z = \frac{r \times \overline{1 + att}^{\frac{3}{2}}}{s^3 a} \quad \& \quad zz = \frac{rr \times \overline{1 + att}^3}{s^6 aa}.$$

4371. En tirant la Racine cubique de l'un & l'autre Nombre de l'Equation, nous aurons

* 4349. $$z^{\frac{2}{3}} = \frac{r^{\frac{2}{3}} + r^{\frac{2}{3}} att}{ssa^{\frac{2}{3}}} = \frac{r^{\frac{2}{3}} + r^{\frac{2}{3}} att}{a^{\frac{2}{3}} + a^{\frac{2}{3}} tt} \text{ *}.$$

Ce qui donne $tt = \frac{r^{\frac{2}{3}} - a^{\frac{2}{3}} z^{\frac{2}{3}}}{a^{\frac{2}{3}} z^{\frac{2}{3}} - ar^{\frac{2}{3}}}$.

4372. Par le moyen de ces Equations, que nous avons déduites juſqu'ici de la Nature de l'Ellipſe, on peut trouver la valeur de pluſieurs Lignes dans une Ellipſe donnée; mais nous ſuppoſons toujours que la Forme de l'Ellipſe, ou la raiſon entre les Axes eſt connuë, c'eſt-à-dire, que a eſt donnée; que ſi l'on cherche a, & qu'on connoiſſe la convexité de la Figure dans deux Points, pour leſquels l'Inclinaiſon de la Tangente à l'Axe eſt auſſi donnée, on pourra trouver par la Méthode ſuivante une Equation, qui indiquera la Valeur de a.

4373. Les quantitez r, s & t ſont données; nous ſuppoſons que r, s, t, déſignent les mêmes quantitez données pour un autre Point. Nous avons alors

* 4370. $$zz = \frac{rr \times \overline{1 + att}^3}{s^6 aa} = \frac{rr \times \overline{1 + att}^3}{s^6 aa} \text{ *}.$$

4374. Ainſi, multipliant l'Equation par $s^6 s^6 aa$, & tirant la Racine cubique de l'un & l'autre Membre, nous aurons cette nouvelle Equation

$$r^{\frac{2}{3}} ss + r^{\frac{2}{3}} attss = r^{\frac{2}{3}} ss + r^{\frac{2}{3}} attss.$$

Qui donne $a = \frac{r^{\frac{2}{3}} ss - r^{\frac{2}{3}} ss}{r^{\frac{2}{3}} ttss - r^{\frac{2}{3}} ttss}$.

Cha-

Chacune de ces Equations exprime un Théorème, qui a ſon uſage, quand on veut déterminer par calcul la Figure & la Grandeur de la Terre, & qui indique les Opérations qu'il faut faire pour parvenir aux Solutions des Queſtions particulières.

SCHOLIE II.

De la Figure des Planètes en général.

NOus avons dit, que la Figure d'une Planète ſphérique, formée d'une Matière fluide, changeoit par la Revolution de cette Planète ſur ſon Axe *; il eſt queſtion à preſent d'examiner ce Changement & d'appliquer à la Terre les raiſonnemens que nous ferons à cet égard. 4375. * 4311.

Soit P le Pole; C le Centre; E*e* le Diamètre de l'Equateur. Concevons la Terre fluide, homogène, & tournant ſur ſon Axe; & ſuppoſons qu'elle aît acquis la Figure *e*PIE, qu'il faut examiner avant toutes choſes. TAB. CXXVI. Fig. 8.

Si quelques parties tiennent enſemble, le Fluide les preſſera comme avant leur Cohéſion, & la Figure ne ſera point changée; cette Figure n'éprouveroit pareillement aucun Changement, quand même il y auroit en quelques endroits des parties cohérentes depuis le Centre juſqu'à la Superficie; ainſi la Superficie de la Mer auroit en ce cas la même Figure, que ſi toute la Terre étoit Fluide, comme nous avons déjà eu occaſion de le remarquer *. 4376.

Concevons préſentement que les Tubes PC, HI, CE, ayent communication enſemble; le Fluide s'y placera aux mêmes hauteurs, en P, I, E, où il étoit auparavant *; & par conſéquent, il y aura Equilibre entre les Colomnes droites CP, CE, comme auſſi entre la Colomne droite HP, & la Colomne oblique HI. * 4315. 4377. * 4376.

Pendant que la Terre eſt en repos, les Colomnes CP, CE, ſont égales, de même que CP, CF; alors la troiſième HI, qui en ce cas eſt H*i*, eſt égale au Co-Sinus de la Hauteur du Pole. 4378. TAB. CXXVI. Fig. 7.

Suppoſons la Peſanteur ſur la Superficie de la Terre repréſentée par le Rayon PC, ou *i*C, ou FC; la Peſanteur dans des Points quelconques eſt déſignée alors par les Diſtances de ces Points au Centre *; ainſi la Peſanteur en L eſt comme LC, & en *l* comme *l*C. 4379. * 4089.

En décompoſant la Peſanteur, qui agit par *i*C, en deux Preſſions agiſſant par *id* & *i*H, ces Preſſions ſeront proportionelles à ces Lignes *. Pareillement, ſi la Peſanteur LC du Point L eſt décompoſée en deux Preſſions par L*l*, & LH, ces dernières ſeront auſſi proportionelles à ces Lignes. D'où il ſuit, à cauſe de l'égalité entre *i*H & *d*C, comme auſſi entre LH & *l*C, qu'en appliquant le même raiſonnement à tous les Points de la Ligne *i*H, toute la Preſſion de la Colomne *i*H, ſur le Point H, eſt égale au Poids de la Colomne *d*C. 4380. * 319.

Que

4381. Que la Terre tourne à preſent ſur ſon Axe, le Fluide deviendra plus leger dans le Tube CE, & la Peſanteur diminuera en même raiſon dans toute la longueur du Tube; car la Peſanteur, & la Force centrifuge, ſont par tout comme la Diſtance du Centre *; Donc la Colomne CE s'allon-
* 4089. 607. gera en même raiſon que cette Diminution de Peſanteur, & ne ſera en Equilibre avec le Fluide contenu dans le Tube PC, que quand la Hauteur en CE ſera à celle en PC, comme la Peſanteur dans un Point quelconque de PC, à la Peſanteur dans un Point correſpondant de EC. Car en ce cas, la Colomme EC preſſe autant qu'elle preſſoit lorſqu'elle avoit la Hauteur CF; & comme la Peſanteur a été diminuée par tout en même raiſon que la Diſtance du Centre, la Partie CD, qui preſſe autant que faiſoit C*d*, ſe trouve par le moyen de cette Proportion

4382. C*d*, CD :: CF, CE.

4383. La Terre étant ſuppoſée en repos, chaque Point de C*d*, partie de la Colomne CE, preſſe autant, que fait, en ce cas, chaque Point correſpondant de la Colomne *i*H; mais ſi la Terre tourne ſur ſon Axe, la Colomne *i*H ſe meut de la même maniére que C*d*, & la Preſſion qu'elle éprouve dans chacun de ſes Points, ſouffre les mêmes Changemens que l'autre; Donc, pour que la Preſſion, diminuée par la Force centrifuge, devienne égale à celle que H*i* avoit auparavant, il faut que cette Colomne s'étende juſqu'à I, deſorte que HI ſoit égale à CD. La même Démonſtration peut s'appliquer à toutes les Lignes comme HI.

4384. Quand la Figure de la Terre eſt changée par ſa Revolution ſur ſon Axe, la Diſtance CP diminuë, ce qui ne change rien à la Démonſtration; car CP reſtant la même, on peut concevoir autant de Matière ajoutée extérieurement, qu'il en faut pour rétablir l'Equilibre.

4385. Nous avons donc cette Analogie, H*i*=C*d* eſt à HI=CD, comme CF,
* 4382. à CE *, qui eſt une des Proprietez de l'Ellipſe *.
* 4342. Il faut obſerver de plus, que la Figure eſt néceſſairement changée de
4386. façon, que la Direction de la Peſanteur eſt perpendiculaire à la Superficie, ce qui n'arrive, que quand l'Ellipſe eſt peu différente du Cercle. C'eſt ce qui a réellement lieu à l'égard de la Terre.

4387. Nous avons ſuppoſé, que la Peſanteur en *i* étoit repréſentée par *i*C *, &
* 4379. en avons inféré, que la Preſſion par *i*H, étoit déſignée par cette Ligne; & par conſéquent que *i*I marquoit la Diminution de Preſſion, cauſée par la Revolution de la Terre ſur ſon Axe; car, pour rétablir l'Equilibre, la Preſſion entière doit être augmentée de cette Quantité, quand elle eſt diminuée par la Revolution, dont il s'agit.

4388. Une Particule en *i* eſt attirée alors par *i*C & par *i*I, avec des Forces proportionelles à ces Lignes; & ſi l'on mène I*c* parallèle à *i*C, la même Particule eſt pouſſée par *ic* avec une Force proportionelle à cette Li-
* 318. gne *.

4389. Ces mêmes Forces ſont déployées ſur toutes les Particules entre *i* & I, & la Direction de la Peſanteur en I eſt parallèle à *ic*, & repréſentée par cet-

cette Ligne, auſſi long-tems que iI eſt très petite; ſi la Terre reſtant ſphérique, la Particule en I étoit ſéparée de la Terre, le Changement de Direction de la Peſanteur, produit par la Force centrifuge, ſeroit tant ſoit peu plus petit, à cauſe que la Direction de la Peſanteur ne ſeroit plus iC ou Ic, mais IB; or la Matière ajoutée augmente le Changement de Direction, de ſorte que cette Direction IB peut être conſiderée comme parallèle à ic, & auſſi comme perpendiculaire à la Courbe en I, ce que je démontre ainſi.

Il s'agit d'une Figure peu différente d'un Cercle; ainſi Cc & cB ſont très petites en comparaiſon de DC; Cc & cB ſont auſſi à peu près égales, cette dernière étant preſque de même Grandeur que Ii; Donc DC, Dc, DB, ſont en Proportion continuë; du moins elles peuvent être tenuës pour telles, ſans erreur ſenſible. 4390.

A cauſe de $IH=DC$, & de $Ii=Cc$, nous avons $iH=Dc$; 4391.

Mais $CE, CF = CP :: IH, iH$ *. * 4343.

Donc $CE, CP :: DC, Dc$.

Et $CE^2, CP^2 :: DC^2, Dc^2 :: DC, DB$ *. * 4390.

D'où il ſuit que IB eſt perpendiculaire à l'Ellipſe *. C. Q. F. D. * 4364.

On peut inférer de ce qui a été démontré dans l'Art. 4388, que la Peſanteur eſt la plus grande de toutes ſous le Pole; que de là elle va en diminuant, & eſt la plus petite de toutes ſous l'Equateur, comme nous l'avons dit ci-deſſus *. 4392. * 4333.

Pour déterminer la Loi ſuivant laquelle ſe fait cette Diminution, il faut concevoir un Arc cn, décrit de i comme Centre, à l'intervalle ic; cela étant Cn exprime la Diminution dont il s'agit; car Ci, égale à CP, déſigne la Peſanteur ſous le Pole, & ic la Peſanteur diminuée, dont il s'agit. 4393.

La Diminution de Peſanteur ſous l'Equateur eſt comme FE, quand la Peſanteur ſous le Pole s'exprime par CP, comme nous l'avons vû *; par conſequent la Diminution ſous l'Equateur eſt à la Diminution en I, comme FE à Cn; c'eſt-à-dire, en raiſon compoſée de FE à Ii, & de cette dernière à Cn. 4394. * 4381.

La première de ces raiſons, ſçavoir de FE à Ii, eſt la même que celle qui a lieu entre CF, ou Ci, & iH *. La ſeconde, ſçavoir entre Ii & Cn, eſt la même que la première; car Ii eſt égale à Cc, & Cc eſt à Cn, comme Ci à iH, à cauſe des Triangles ſemblables CiH & Ccn, le petit Arc cn pouvant être conſidéré comme une Ligne droite perpendiculaire à Ci. Donc la raiſon entre FE & Cn, eſt la raiſon doublée de Ci à iH, & *la Diminution de Peſanteur eſt* par tout comme le Quarré de la Ligne iH, c'eſt-à-dire, *comme le Quarré du Co-Sinus de la Latitude du Lieu.* * 4385. 4395.

La Peſanteur augmente en s'éloignant de l'Equateur, juſqu'à ce qu'elle ſoit la plus grande de toutes ſous le Pole, & l'Augmentation par tout, eſt la différence entre la plus grande Diminution, ſçavoir celle, qui a lieu ſous l'Equateur, & celle qui a lieu dans l'Endroit dont il s'agit; ainſi cette Augmentation eſt en I, comme la différence des Quarrez, de Ci & iH, laquelle 4396.

*47. EL. I. est égale au Quarré de HC * ou *id*, c'est-à-dire, que *l'Augmentation de*
4397. *Pesanteur*, dans un Lieu quelconque, *est comme le Quarré du Sinus de la Latitude du Lieu.*

4398. Je n'ai considéré que le seul Changement de Figure causé par la Force centrifuge; cependant ce Changement est lié avec un autre: car, comme la Gravité agit vers chaque Particule de Matière, il faut, si la situation respective de ces Particules est changée, que la Gravité des Particules, dont la Planète est composée, soit changée de telle sorte, que, même en faisant abstraction de la Force centrifuge, les Corps soient plus legers sous l'Equa-
* 4389. teur que sous les Poles *; d'où il suit, qu'une Planète est plus applatie vers les Poles, pendant qu'elle tourne sur son Axe, qu'elle ne le seroit par la seule Force centrifuge.

4399. Nous avons supposé dans tous nos raisonnemens, que la Planète étoit homogène; & il y auroit moyen, dans cette Hypothèse, de déterminer la Figure de la Planète, ou, ce qui revient au même, la raison entre l'Axe & le Diamètre de l'Equateur; mais les mesures prises en divers Endroits de la Terre ne répondent pas exactement à cette Figure.

4400. Ainsi nous examinerons comment la Figure d'une Planète est diversement variée par une suite du Mouvement autour de l'Axe, suivant la différente constitution de cette Planète, quoique, en faisant abstraction de ce Mouvement, nous la concevions fluide & sphérique, mais de différente Densité à différentes Distances du Centre. Reprenons le cas que nous avons examiné.

4401. Nous supposons la Planète sphérique, en repos, composée d'une Matière homogène, & fluide. Une Colomne, comme CE, est attirée vers le Centre par sa Pesanteur; si la Planète tourne sur son Axe, cette Gravité diminuë par un effet de la Force centrifuge, & la Figure de la Planète, qui devient
* 4381. applatie vers les Poles, change, comme nous l'avons vû *. Il est évident, que ce Changement de Figure dépend de la raison qu'il y a entre la Force centrifuge & la Pesanteur même. C'est à quoi nous rapportons la seconde cause que nous avons indiquée du Changement de Figure, & qui est une suite de la première *.
* 4398.

4402. *La Figure de la Planète éprouve un plus grand Changement*, & est plus élevée sous l'Equateur, & par cela même plus applatie vers les Poles, *si, tout le reste demeurant de même, la Force centrifuge est augmentée*; car cette Force diminuë la Pesanteur, & est cause que la Colomne CE s'étend.

4403. Il n'est pas moins clair d'un autre coté, que *la Figure* sphérique *éprouve* aussi *un plus grand Changement*, *si*, *la Force centrifuge restant la même*, *les Pesanteurs* des Colomnes CP, CE, *sont diminuées*; si, par Ex. la Force centrifuge diminuë d'un centième la Pesanteur de la Colomne CE, la Hauteur de CE surpassera d'un centième CP; que si la Pesanteur des Colomnes est réduite à la moitié, la Force centrifuge, que nous supposons rester la même, qui étoit auparavant la centième partie de la Pesanteur, vaut à present deux centièmes parties de la même Pesanteur, & la Hauteur CE surpassera d'un cinquantième la Hauteur CP; ainsi le Changement de Figure sera plus grand.

Con-

Concevons derechef une Planète ſphérique, formée d'une Matière fluide, ou du moins aſſez molle, & de même Denſité à d'égales Diſtances du Centre, mais dont la Denſité, en s'éloignant du Centre, aille en augmentant. Si une pareille Planète tourne ſur ſon Axe, ſa Figure changera, & ce qui a été démontré au ſujet de l'Equilibre des Colomnes BC, CE, aura lieu à ſon égard. 4404.

Si l'on compare une pareille Planète avec une autre Planète homogène de même Grandeur, & qui contienne préciſement la même quantité de Matière, chacune des Colomnes, qui tendent de la Superficie vers le Centre, aura moins de Peſanteur dans la Planète héterogène, que dans celle dont la Matière eſt homogène. 4405.

Car *une Planète homogène étant donnée, ſi la Matière change par tout de place pour s'approcher de la Superficie, & que la Denſité en s'éloignant du Centre ſoit* ainſi *augmentée*, & qu'on prenne à volonté une Particule H, que nous ſuppoſons tranſportée en *h*, la Matière, qui étoit contenuë dans un Globe, dont le Demi-Diamètre étoit CH, remplira alors un plus grand Globe, dont le Demi-Diamètre eſt C*h*, & dans ce dernier cas c'eſt la même quantité de Matière qui attire la Particule vers le Centre *; ainſi les Peſanteurs de cette Particule dans ces deux circonſtances, ſont en raiſon doublée inverſe des Diſtances CH, C*h* *, & la Peſanteur eſt moindre dans le Globe héterogène. Or cette Démonſtration convient à chacune des Particules de tout le Globe, ſuivant quelque Loi que croiſſe la Denſité en s'éloignant du Centre, à cauſe que toutes les Particules s'écartent du Centre, pendant que *les ſeules Particules dans la Superficie* reſtent, & *conſervent leur Peſanteur; &* par conſéquent *toutes les Colomnes, qui s'étendent depuis la Superficie juſqu'au Centre*, dont la Peſanteur eſt formée par la ſomme des Peſanteurs de toutes les Particules, *deviennent plus légères.* 4406. * 4117. 4118. * 4117. 4049.

Dans une Planète ainſi changée, la Force centrifuge de toutes les Particules eſt augmentée, à l'exception de celles qui ſe trouvent dans la Superficie *: chacune des premières décrivant un plus grand Cercle que dans la Planète homogène. 4407. * 607.

Donc *la Figure d'une Planète héterogène, telle que nous en avons décrit une ci-deſſus* *, *change, pendant que cette Planète tourne ſur ſon Axe*, par deux cauſes, *davantage que ne fait la Figure d'une Planète homogène* *. 4408. * 4404. * 4402. 4403.

On peut prouver par une Démonſtration toute pareille, que *la Figure d'une Planète eſt moins changée*, c'eſt-à-dire, eſt moins applatie vers les Poles, *ſi la Denſité angmente en allant vers le Centre.* 4409.

Nous avons conſidéré ici la Planète comme ſphérique, pendant qu'elle eſt en repos; cependant elle peut avoir une autre Figure, ſi l'on ſuppoſe, par Ex. qu'elle aît à ſon Centre un Noyau de Matière ſolide; car ſi ce Noyau avoit la Figure d'un Sphéroide, & étoit entouré d'une Matière fluide, la Figure de la Planète varieroit ſuivant la différente Figure, & la différente Denſité du Noyau. 4410.

Mais quelle que ſoit la Figure d'une Planète, ſon Mouvement ſur ſon Axe la rend applatie vers les Poles, & augmente le Diamètre de ſon Equateur; il ne ſuit pas néceſſairement de là que ce Diamètre, quoique aggran- 4411.

4412. di, ſurpaſſe l'Axe devenu plus petit ; de ſorte qu'*on ne peut rien déterminer touchant la Figure d'une Planète, que par des Obſervations immédiates.* C'eſt de cette Méthode que je ferai uſage dans le Scholie ſuivant, pour déterminer la Figure de la Terre.

SCHOLIE III.

Manière de déterminer la Figure de la Terre.

4413. NOus avons dit que la Terre n'étoit point ſphérique, mais que le Diamètre de l'Equateur ſurpaſſoit l'Axe, & que par conſéquent elle avoit la Figure, qu'elle auroit pû acquerir par ſon Mouvement ſur ſon Axe, en cas qu'elle eut été ſphérique *: & comme cette Figure diffère peu de celle du Cercle, nous ſuppoſons que la Section par l'Axe, c'eſt-à-dire, le Plan du Méridien, fait une Ellipſe, dont l'autre Axe eſt le Diamètre de l'Equateur *.

* 4311. 4408. * 4385.

4414. * 4395. Nous ſuppoſons auſſi que les Diminutions de Peſanteur, en s'éloignant du Pole, ſuivent la raiſon doublée des Co-Sinus de la Latitude des Lieux *, c'eſt-à-dire, que les Augmentations de Peſanteur, en s'éloignant de l'Equateur, ſuivent la raiſon doublée des Sinus de ces mêmes Latitudes *.

* 4397.

4415. * 4412. Nous avons vû que c'étoit par le ſecours des Obſervations que la Figure de la Terre devoit être déterminée *; pour cet effet, nous choiſiſſons deux meſures, priſes dans des Lieux différens, la Laponie & la France, & décrites dans deux petits Traitez, par le célèbre M. de Maupertuis, qui a auſſi le plus contribué à prendre les Meſures dont il s'agit. Nous préferons ces Meſures à toutes les autres, à cauſe qu'il paroit par la deſcription des Inſtrumens, & par les précautions employées par les Obſervateurs, qui ont entrepris ce travail, qu'ils n'ont pû tomber que dans des erreurs très petites, & à peine ſenſibles.

4416. Nous déduiſons tout ce qui regarde la Peſanteur de la Longueur d'un Pendule qui bat les Secondes, meſurée en France avec la dernière exactitude par le célèbre M. de Mairan, & des Obſervations des mêmes Mathématiciens François, qui ſe ſont tranſportez en Laponie pour déterminer la Figure de la Terre, en ſe ſervant pour cet effet du même Pendule en Laponie & en France.

4417. TAB. CXXVI. Fig. 9. Soit CP le Demi-Axe de la Terre ; *e* E le Diamètre de l'Equateur ; & IE un Arc du Méridien, une petite partie de cet Arc peut ſe meſurer ſur la Terre par le moyen de la Géodéſie. Si nous concevons preſentement les Lignes *bi*, BI, que nous ſuppoſons verticales, & par conſéquent perpendiculaires à la Superficie de la Terre, prolongées juſqu'aux Etoiles fixes, on pourra déterminer, par des Obſervations Aſtronomiques, l'Arc, qui eſt intercepté par ces Lignes dans les Cieux, c'eſt-à-dire, qui ſert de meſure à l'Angle I A *i*, & qui marque la Grandeur de l'Arc I *i* dans le Méridien.

4418. De pareilles Opérations ont donné pour l'Arc I *i*, lorſque l'Angle I A *i* eſt

eſt 0′, 57′, 28″, 67. en Toiſes 55023, 47.; la Latitude du Point du Milieu de l'Arc meſuré étant de 66 Degr. 20′. D'où il ſuit, qu'un Degré du Méridien entre 65 Degr. 50′. & 66 Degr. 50′. contient 57437, 9. Toiſes, c'eſt-à-dire, 29752 Perches du Rhin.

On ſçait auſſi, par le moyen des Obſervations, qu'un Degré du Méridien 4419.
entre les Latitudes de 48 Degr. 52′. & de 49 Degr. 52′. contient 57183 Toiſes, ou 29620 Perches du Rhin.

La Grandeur d'un Degré étant donnée, le Rayon du Cercle ſe trouve aiſé- 4420.
ment; car ce Rayon eſt à un Degré comme 180 × 113 à 355, c'eſt-à-dire, comme 4068 à 71; ainſi rien n'eſt plus facile que de déterminer les Rayons de la Convexité pour les Points du Milieu des Degrez que nous avons indiquez, c'eſt-à-dire, que nous avons r pour deux lieux, dans leſquels les Angles, comme IBE, que les Perpendiculaires à la Superficie font avec le Plan de l'Ecliptique, ſont de 66 Degr. 20′, & de 49 Degr. 22′.

Suppoſons donc que r, s, & t déſignent ce que nous leur avons fait dé- 4421.
ſigner ci-deſſus, mais que ces quantitez appartiennent au premier des Angles indiquez; c'eſt-à-dire, que r eſt le Rayon de la Convexité, pour une Latitude de 66 Degr. 20′ *; t la Tangente, & s la Secante du même Angle *; * 4345.
nous ſuppoſons de même que r, t, s, expriment les mêmes quantitez pour 4346.
une Latitude de 49 Degr. 22′. Dans tous ces cas, nous ſuppoſons le Ra- * 4348.
yon du Cercle, lorſque t, s, t, s, expriment les quantitez en queſtion, $=1$, comme ci-deſſus *.

* 4348.

Tout ce que nous avons dit dans le 1er Scholie au ſujet des Calculs, faits 4422.
ſur des Lignes dans l'Ellipſe, peut s'appliquer à la Terre, dont nous ſuppoſons que la Section par le Méridien eſt repréſentée dans la Figure même.

Mais avant toutes choſes, il faut déterminer la Proportion qu'il y a entre les Axes de l'Ellipſe, c'eſt-à-dire, entre CP & CE, ou u & z *.

Ainſi nous cherchons a *; parceque 1, $a :: zz, uu$ *. Le Calcul en eſt fa- * 4344.
cile par les Logarithmes, & donne $r^{\frac{2}{3}}ss = 136900,7$; $r^{\frac{2}{3}}ss = 52171,2$; 4423.
$r^{\frac{2}{3}}ttss = 271604$; $r^{\frac{2}{3}}ttss = 185915,9$; ainſi $a = \frac{84729,5}{85688,1}$ *. * 4374. * 4350.

* 4374.

C'eſt-à-dire, z, u :: 178, 3. 177, 3. à peu près.

Il y a moyen preſentement de trouver de deux manières la Valeur de z 4424.
(CE) *, en faiſant uſage de r, s, t, ou bien de r, s, t *; & Ee, Diamè- 4425.
tre de l'Equateur, ſe trouve être de 3399474 Perches du Rhin; d'où nous * 4344.
inférons que l'Axe contient 3380406 de ces mêmes Perches *. Et le Dia- * 4370.
mètre moyen 3389940. * 4424.

Le Rayon de la Convexité dans un Point quelconque, dont la Latitude eſt 4426.
donnée, ſe trouve par cette Equation $r = \frac{as^3z}{(1+att)^{\frac{3}{2}}}$ *.

* 4369.

Sous le Pole l'Angle IBE eſt droit, par conſequent s & t ſont égales & 4427.
infinies, & $r = \frac{z}{\sqrt{a}}$. Le Rayon de la Convexité eſt alors le plus grand de tous.

4428. Mais la Convexité même eſt la plus grande, & le Rayon de la Convexité le plus petit de tous ſous l'Equateur. Alors $s=1$; & $t=0$; ce qui donne $r=az$.

4429. Par le moyen du Rayon de la Convexité on découvre la grandeur d'un Degré de Latitude; car 4068, 71 :: r, au Degré cherché *; ainſi nous avons
* 4420. déterminé le plus grand Degré & le plus petit *.
* 4330.

4430. Si la grandeur d'un Degré quelconque de Latitude eſt donnée, on peut déterminer le Rayon de la Convexité *; & la Latitude, à laquelle cette Con-
* 4420.

$$tt=\frac{r^{\frac{2}{3}}-a^{\frac{2}{3}}z^{\frac{2}{3}}}{a^{\frac{2}{3}}z^{\frac{2}{3}}-ar^{\frac{2}{3}}}$$

* 4371. vexité répond, ſe trouve par cette Equation * ; car la Tangente étant donnée, on a l'Angle. C'eſt ſur un pareil Calcul qu'eſt fondé ce
* 4331. que nous avons dit du Lieu du Degré moyen *.

4431. Il eſt facile à preſent de trouver le Rayon d'un Cercle de Latitude quelconque, ſçavoir HI=CD=x; car $x=\frac{z}{1+att^2}$ *; & 4068, 71 :: x, au Dé-
* 4362.
* 4420. gré de Longitude dans la Latitude en queſtion *.

SCHOLIE IV.

Détermination de la Peſanteur en différens Endroits.

4432. NOus avons vû, que par des Obſervations, faites avec le même Pendule, on avoit trouvé, que la Peſanteur, à une Latitude de 48 Degr. 50′. étoit à la Peſanteur, quand la Latitude eſt de 66 Degr. 48′., comme
* 4335. 728, 6. à 729, 6. *. Cela étant il y a moyen de comparer entr'elles les Pe-
* 4414. 4397. ſanteurs dans tous les endroits de la Terre, en formant de ce qui a été démontré ci-deſſus * la Règle ſuivante.

4433. *Comme la différence des Quarrez des Sinus des Angles de* 66°, 48′. *&* 48°, 50′. *à la différence des Quarrez des Sinus d'un de ces Angles, & d'un Angle quelconque donné, ainſi la différence des Peſanteurs, dans les premiers de ces Lieux, à la différence des Peſanteurs dans les derniers.*

4434. Pour rendre tous ces Calculs plus ſimples, il faut commencer par déterminer la Peſanteur ſous l'Equateur, à cauſe que le Sinus de la Latitude, & par cela même le Quarré du Sinus eſt =0.

4435. Les Longueurs des Pendules, qui achèvent leurs Vibrations en Tems égaux,
* 431. ſont entr'elles comme les Peſanteurs *, & peuvent être comparées entr'elles comme ces dernières.

4436. Nous avons vû que la Longueur d'un Pendule, qui fait une Vibration à Paris en une 1″ avoit été exactement meſurée. Cette Longueur eſt de 440, 57. Lignes Pied de France, & par cela même de 456, 42. Lignes Pied du Rhin; ce qui nous donne cette Proportion;

* 4335. 431. 728, 6; 729, 6 :: 456, 42; 457, 08 *.

Et

Et nous avons la Longueur du Pendule pour la Latitude de 66°, 48′.

Comme la différence des Quarrez des Sinus des Latitudes de 66°, 48′, au dernier de ces Quarrez, ainſi la différence des Longueurs trouvées, 0,66 à la différence du Pendule, qui bat des Secondes à Paris, & du même Pendule à Secondes ſous l'Equateur *, qui ſe trouve être 1,28; ainſi la Longueur de ce dernier Pendule eſt 455,14. 4437. * 4433. 4434.

Comme le Quarré du Sinus de 48°, 50′, au Quarré du Rayon, ainſi 1,28 à 2,26, différence des Longueurs ſous l'Équateur & ſous le Pole, où par conſequent la Longueur du Pendule eſt de 457,40. 4438.

Voici l'Opération pour une autre Latitude quelconque: Comme le Quarré du Rayon, c'eſt-à-dire, du Sinus de la Latitude du Pole, au Quarré du Sinus de la Latitude donnée, ainſi 2,26, Longueur qu'il faut ajouter à celle du Pendule ſous l'Equateur, pour avoir celle du Pendule ſous le Pole, à la Longueur, qui doit être ajoutée au même Pendule ſous l'Equateur, pour avoir la Longueur du Pendule, qui bat des Secondes dans le Lieu propoſé *. 4439. * 4433.

CHAPITRE XVIII.

Explication Phyſique du Mouvement de l'Axe de la Terre.

NOus avons démontré que les Noeuds de l'Orbite de la Lune reculent *, c'eſt-à-dire, qu'ils ſe meuvent d'Orient en Occident, & que l'Inclinaiſon de cette Orbite eſt ſujette à des Changemens *. Concevons pluſieurs Lunes, faiſant leur Revolution autour de la Terre, à la même Diſtance, en Tems égaux, dans un Plan incliné au Plan de l'Ecliptique; il eſt clair que chacune d'elles éprouve les mêmes Mouvemens: Concevons le Nombre de ces Lunes augmenté, tellement qu'elles s'entre-touchent, & forment un Anneau, dont les parties tiennent enſemble; pendant qu'une partie de l'Anneau eſt attirée, de façon à augmenter l'Inclinaiſon, une autre partie eſt agitée d'un Mouvement contraire, & par lequel l'Inclinaiſon eſt diminuée *; en ce cas la plus grande Force prévaut, c'eſt-à-dire, que *dans le* 4440. * 4289. * 4295. * 4293. 4441.

le Mouvement de la Ligne des Noeuds depuis les Quadratures juſqu'aux Syzygies, l'Inclinaiſon de l'Anneau diminuë à
* 4297. *chaque Revolution* *; *& eſt la plus petite de toutes, quand*
* 4298. *la Ligne des Noeuds répond aux Syzygies* *. Au contraire,
4442. *l'Inclinaiſon augmente, pendant que la Ligne des Noeuds paſ-*
* 4299. *ſe des Syzygies aux Quadratures* *; *& eſt la plus grande de*
* 4300. *toutes, quand cette Ligne répond aux Quadratures* *. *La*
4443. *Ligne des Noeuds eſt continuellement tranſportée d'Orient*
* 4289. *en Occident, horſmis dans les Syzygies, où elle eſt en re-*
4292. *pos* *.

4444. *Si la quantité de Matière dans l'Anneau diminuë, les Mouvemens de cet Anneau n'éprouvent par là aucun Changement*, puiſqu'ils dépendent de la Gravité, qui agit également ſur cha-
* 4048. que Particule de Matière *.

4445. *Si le Diamètre de l'Anneau diminuë*, les Mouvemens di-
* 4302. minuent à Proportion *; mais aucun d'eux ne s'évanouit; & *l'Anneau eſt agité des mêmes Mouvemens, mais plus petits.*

4446. Concevons à preſent la Terre ſphérique; & que dans le Plan de l'Equateur, qui fait avec le Plan de l'Ecliptique un Angle de 23 Degr. 29′, il ſe trouve un Anneau, achevant ſa Revolution dans le même Tems que la Terre; ſuppoſons cet Anneau diminué au point de toucher la Terre, & d'y être attaché. Les Mouvemens de l'Anneau ne ſont point détruits par là; car aucune Force ne retenant la Terre dans une Situation déterminée, elle cède aux Impreſſions de l'Anneau, dont les Mouvemens ſont néanmoins diminuez, par l'Augmentation de la quantité de Matière à mouvoir, pendant que la Force motrice reſte la même.

4447. Ce Cas exiſte réellement, puiſque la Terre eſt ſphérique,
* 4311. & que ſon Equateur, dont le Diamètre ſurpaſſe l'Axe *, eſt par cela même garni d'un Anneau. La Ligne des Noeuds de cet Anneau eſt la Section commune des Plans de l'Equateur & de l'Ecliptique. D'où nous déduiſons les Concluſions ſuivantes.

4448. L'Inclinaiſon de l'Equateur eſt la plus petite de toutes *dans*
* 4441. *les Equinoxes* *, & par cela même *l'Inclinaiſon de l'Axe eſt la plus grande de toutes* alors, cet Axe faiſant un Angle droit
* 3879. avec le Plan de l'Equateur *. Enſuite l'Inclinaiſon de l'Equateur

teur augmente, ou ce qui revient au même, *l'Inclinaiſon de l'Axe diminuë, juſqu'à ce que le Soleil ſe trouve dans les Solſtices, où elle eſt la plus petite de toutes*, & l'Inclinaiſon de l'Equateur la plus grande *. 4449.

* 4442.

Ainſi *l'Inclinaiſon de l'Axe de la Terre diminuë deux fois par an, & reprend deux fois ſa première ſituation.* Et *la Section du Plan de l'Equateur avec le Plan de l'Ecliptique, laquelle eſt en repos dans les Equinoxes, ſe meut, pendant le reſte du Tems, d'Orient en Occident* *. 4450. 4451.

* 4443.

Le Plan de l'Equateur eſt auſſi incliné au Plan de l'Orbite Lunaire; car le Plan de cette Orbite fait un petit Angle avec le Plan de l'Ecliptique *: ainſi la Lune agit ſur l'Anneau de la même manière que fait le Soleil, & quoique plus petite que cet Aſtre, elle déploye une plus grande Action ſur l'Anneau à cauſe qu'elle eſt beaucoup moins éloignée. Ainſi *à chaque Revolution de la Lune, l'Action de cette Planète change deux fois, & rétablit deux fois l'Inclinaiſon de l'Axe de la Terre* au Plan de l'Orbite de la Lune *; & par cela même *au Plan de l'Ecliptique: & le Mouvement de la Section commune au Plan de l'Equateur* & au Plan de l'Orbite, dont le Mouvement de la Section commune au Plan de l'Equateur *& au Plan de l'Ecliptique* eſt une conſéquence néceſſaire, *ſe fait d'Orient en Occident* *. 4452. * 3742. 4453. * 4450. * 4451.

Les Changemens d'Inclinaiſon de l'Axe ſont trop petits pour pouvoir être obſervés. Le Changement de direction de la Ligne des Equinoxes, & le Mouvement de l'Axe, qui en eſt une ſuite, ſe faiſant toujours vers le même coté, *deviennent enfin ſenſibles*, & ſervent d'explication aux Phénomènes indiquez ci-deſſus *. 4454. 4455.

* 4017. 4018.

CHAPITRE XIX.

Du Flux & du Reflux de la Mer.

4456. COmme le Flux & le Reflux de la Mer dépendent des Actions du Soleil & de la Lune, il ne faut point les paſſer ſous ſilence. Pour expliquer ce Phénomène à l'aide des principes, que nous venons d'établir, il eſt néceſſaire de ſe rappeller, que la Terre, de même que tous les Corps, qui en occupent la Superficie, gravitent vers la Lune *; ainſi les Particules d'Eau, qui, placées ſur cette Superficie, tendent vers le Centre de la Terre, ou vers quelque Point, voiſin de ce Centre *, ſont auſſi attirées vers la Lune. Comme la Maſſe ſolide de la Terre eſt auſſi portée vers la Lune, ſuivant les Loix, qui auroient lieu, en cas que toute la Matière, dont la Terre eſt compoſée, ſe trouvât réunie dans le Centre *, *ce qui a été démontré dans le Chap. XVI. touchant l'Action du Soleil ſur la Lune*, tombant vers la Terre, dans le Tems qu'elle eſt attirée avec la Terre vers le Soleil, *pourra être appliqué à l'Action de la Lune ſur des Particules d'Eau, qui ſe trouvent vers la Superficie de la Terre*, & qui, ne tenant pas à la Maſſe de la Terre, vers le Centre de laquelle elles tendent, tombent continuellement, avec cette Maſſe, vers la Lune. La Force, qui produit cet effet, eſt cauſe, comme nous l'avons vû *, que la Terre eſt retenue dans ſon Orbite autour du Centre de Gravité, qui lui eſt commun avec la Lune.

* 4047. * 4325. * 4082. 4457. * 4210.

4458. Soit S la Lune; ALB *l* la Superficie de la Terre, dont la Maſſe tend vers la Lune, comme ſi cette Maſſe étoit toute réunie en T. Par l'Action de la Lune les Particules d'Eau A & B ſont attirées davantage vers T *, au lieu que les Particules en L & *l*, perdent quelque choſe de leur Peſanteur vers ce même Point *. D'où nous inférons, que ſi toute la Terre étoit couverte d'Eau, il faudroit, pour qu'il y eut Equilibre, que

TAB. CXXVII. Fig. 1. * 4219. * 4225. 4228.

que l'Eau fut plus élevée dans les Points L & *l*, que dans tout le Cercle, qui ſeroit éloigné de ces Points de 90 Degr. & qui par conſequent paſſeroit par les Points A & B. Ainſi, *l'Action de la Lune fait prendre à l'Eau la Figure d'un Sphéroide, formé par la Revolution d'une Ovale ſur ſon grand Axe, qui, étant prolongé, paſſeroit par la Lune.* 4459.

Suppoſons la Lune dans l'Equateur; toutes les Sections de la Terre parallèles à l'Equateur, étant auſſi parallèles à l'Axe du Sphéroide *, ſont des Ovales, dont les grands Axes paſſent par le Méridien de la Lune; ainſi *la Terre étant ſuppoſée en repos, l'Eau, dans un Cercle quelconque de Latitude, ſera plus élevée dans le Méridien où la Lune ſe trouve, & dans le Méridien oppoſé, que dans tous les Lieux entre deux.* 4460. * 4459. 4461.

Definition.

On appelle Jour lunaire le Tems, qui s'écoule entre le départ de la Lune d'un Méridien, & ſon retour ſuivant au même Méridien. Ce Jour eſt partagé en vingt-quatre Heures Lunaires, & ſurpaſſe le Jour naturel de 50 Minutes. 4462.

Par le Mouvement de la Terre ſur ſon Axe, tous les Lieux paſſent chaque Jour lunaire, par le Méridien de la Lune & par le Méridien oppoſé, c'eſt-à-dire, paſſent deux fois dans l'Endroit où l'Eau eſt élevée *par l'Action de la Lune*, & deux fois dans l'Endroit où cette même Action la fait baiſſer *; d'où il ſuit que *dans un Jour lunaire la Mer hauſſe & baiſſe deux fois, dans un Lieu quelconque.* 4463. 4464. * 4461.

Par le Mouvement de la Terre ſur ſon Axe, l'Eau élevée s'éloigne continuellement du Méridien de la Lune; cependant, comme l'Action de la Lune fait que l'Axe du Sphéroide paſſe par cette Planète *, l'Eau eſt dans un Mouvement continuel, de ſorte que cette Elevation d'Eau, que le Mouvement de la Terre emporte, ſe retrouve ſous la Lune. Par conſequent l'Eau coule continuellement de A & B vers L & *l*, pendant que celle qui s'éleve ſous la Lune, eſt, par le Mouvement de la Terre, portée continuellement de L vers B & de *l* vers A; c'eſt-à-dire, qu'entre L & B, auſſi bien qu'entre *l* & A, il y a deux Mouvemens contraires, qui contribuent à élever l'Eau, de ſorte qu'elle eſt la plus haute entre ces Points. De là vient que, dans des Lieux quelconques, *l'Eau eſt la plus élevée,* 4465. * 4459. 4466.

deux ou trois Heures après que la Lune a passé par le Méridien du Lieu, ou par le Méridien opposé.

4467. *L'Elevation des Eaux du coté, qui est tourné vers la Lu-*
* 4457. *ne, surpasse tant soit peu celle du coté opposé* *: *cette Ele-*
4229. *vation diminuë vers le Pole, où elle est nulle.*

4468. Ce qui a été démontré au sujet de la Lune, peut s'appli-
4469. quer au Soleil; donc *par l'Action du Soleil, chaque Jour na-*
* 4464. *turel, la Mer hausse & baisse deux fois* *. *Cette Agitation*
4470. *est beaucoup plus petite*, à cause de l'immense Distance du So-
4471. leil, *que celle qui dépend de la Lune: Elle est* cependant *soumise aux mêmes Loix.*

4472. On ne distingue point les Mouvemens, qui dépendent de *l'Action* de la Lune, d'avec ceux, qui dépendent de celle *du Soleil*; l'Action de ce dernier *change* simplement *les Marées*
4473. *lunaires: & ce Changement varie chaque Jour*, à cause de
* 4462. l'Inégalité entre le Jour naturel & le Jour lunaire *.

4474. *Dans les Syzygies, l'Eau est* élevée par l'Action réunie du Soleil, & de la Lune, & ainsi *est plus haute qu'en tout autre Tems.*

Dans les Quadratures elle est moins élevée; car si elle hausse par l'Action de la Lune, elle baisse par l'Action du So-
4475. leil, & reciproquement. Ainsi, *pendant que la Lune passe de la Syzygie à la Quadrature, l'Elevation de l'Eau va en diminuant de Jour en Jour, & va* au contraire *en augmentant, pendant que la Lune passe de la Quadrature à la Syzygie.*

4476. *Toutes choses égales, les Mouvemens de l'Eau sont* aussi *plus grands à la nouvelle Lune, & ceux, qui se suivent dans un même Jour, diffèrent davantage entr'eux, qu'à la pleine*
* 4467. 4471. *Lune* *.

4477. *Ce n'est que le second ou le troisième Jour, après la nouvelle Lune, ou la pleine Lune, que l'Eau monte & descend le plus*; parceque le Mouvement acquis n'est pas détruit d'abord par le frottement & par d'autres causes: ce Mouvement augmente l'Elevation des Eaux, quoique l'Action, qui les faisoit monter, diminuë. Nous avons démontré quelque chose
* 4006. de pareil au sujet de la Chaleur dans un autre endroit *.

Si nous considérons à present le Soleil & la Lune s'éloignant
4478. du Plan de l'Equateur, nous verrons, que *le Mouvement* di-

mi-

minuë, & *eſt plus petit, à proportion que la Déclinaiſon du Soleil & de la Lune eſt plus grande.* Ce qui paroîtra clairement, ſi l'on conçoit ces Aſtres placez dans les Poles; car alors l'Axe de la Figure du Sphéroide coincide avec l'Axe de la Terre; & toutes les Sections parallèles à l'Equateur, ſont perpendiculaires à l'Axe du Sphéroide; & par cela même circulaires. De ſorte que l'Eau, dans tous les Cercles de Latitude, a par tout la même Hauteur, à laquelle le Mouvement de la Terre ne cauſe aucun Changement dans les Lieux particuliers. Si le Soleil & la Lune s'éloignent du Pole, le Mouvement de l'Eau ira de plus en plus en augmentant, juſqu'à ce qu'il ſoit le plus grand de tous, l'Axe du Sphéroide ſe trouvant dans le Plan de l'Equateur.

On voit par là, pourquoi *dans les Syzygies, vers le Tems des Equinoxes, les Marées ſont les plus grandes de toutes*, les deux Aſtres ſe trouvant dans l'Equateur, ou n'en étant guères éloignez. 4479.

Les Actions de la Lune & du Soleil ſont d'autant plus grandes, que ces Corps ſont plus près de la Terre *; or comme la Diſtance du Soleil eſt plus petite, pendant que cet Aſtre eſt dans les Signes Méridionaux, on a obſervé que les Marées Equinoctiales ſont ſouvent les plus grandes dans cette ſituation du Soleil; c'eſt-à-dire, avant l'Equinoxe du Printems, & après celui de l'Automne; ce qui n'arrive pas néanmoins toutes les Années; à cauſe que la ſituation de l'Orbite lunaire, & la Diſtance, où la Syzygie eſt de l'Equinoxe, peuvent y apporter quelque variation. 4480. * 4302.

Quand le Soleil & la Lune s'éloignent de l'Equateur, les Marées d'un même Jour deviennent inégales, dans les Lieux qui ſe trouvent éloignez de l'Equateur. Soit PP l'Axe de la Terre; EE l'Equateur; L*l* un Cercle de Latitude, AB l'Axe du Sphéroide, dont l'Eau prend la Figure. Quand le Lieu eſt en L ou *l*, il eſt dans un même Méridien avec l'Axe du Sphéroide & l'Eau eſt la plus haute, dans l'un & l'autre cas: elle l'eſt cependant davantage en L qu'en *l*; car CL ſurpaſſe C*l*; ces deux Lignes, qui marquent les Hauteurs des Eaux, c'eſt-à-dire, les Diſtances du Centre, ſeroient égales, ſi AL & B*l*, Diſtances où L & *l* ſont de l'Axe du Sphéroide, étoient égales; mais C*l* eſt plus petite, parceque B*l* ſurpaſſe 4481. Tab. CXXVII. Fig. 8.

passe AL, ce qui est une suite de l'Inclinaison de l'Axe du Sphéroide à l'Equateur.

4482. *Aussi long-tems que la Lune se trouve du même coté de l'Equateur que le Lieu*, c'est-à-dire, du coté de la Ligne CA continuée, *l'Eau s'éleve à la plus grande Hauteur chaque Jour, après que la Lune a passé par le Méridien du Lieu*; car c'est ce qui arrive, quand le Lieu est parvenu en L; que

4483. *si l'Equateur est entre la Lune & le Lieu*, dont il s'agit, c'est-à-dire, si la Lune se trouve du coté de la Ligne CB continuée, l'Eau monte encore en L à sa plus grande Hauteur, & *la chose arrive chaque Jour, après que la Lune a passé par le Méridien opposé.*

4484. Tout ce que nous venons de dire, se trouveroit exactement tel que nous l'avons dit, si la Mer couvroit toute la Superficie de la Terre; mais comme cela n'est point, il en resulte quelques Changemens, non pas à la vérité en pleine Mer, parceque l'Ocean est assez étendu, pour être soumis aux Mouve-

4485. mens en question. Mais *les Côtes, les Détroits, & plusieurs autres choses, qui dépendent de la situation particulière des Lieux, font plus ou moins exception aux Règles générales*: ce qui n'empêche pas néanmoins qu'on ne sache par un grand nombre d'Observations, que la Marée suit les Loix, que nous avons expliquées.

4486. Tout ce qui nous reste à faire, est de déterminer les Forces mêmes, avec lesquelles le Soleil & la Lune agitent la Mer, & de prouver, qu'elles peuvent produire les effets dont il s'agit, quoique d'ailleurs les Actions de ces Astres sur les Pendules, & sur d'autres Corps, ne soient pas sensibles.

4487. La quantité, dont la Gravité de la Lune dans les Quadratures est augmentée par l'Action du Soleil, est à la Gravité même de la Lune vers la Terre, comme 1 à 178,73 *: Calcul, dans lequel nous avons supposé, que la Distance moyenne de la Lune au Centre de la Terre étoit de 60 Demi-Diam. de la Terre *; mais la Gravité de la Lune est à celle qui a lieu sur la Superficie de la Terre, comme 1 à $60 \times 60 = 3600$ *. Donc l'Augmentation en question est à la Gravité sur la Superficie de la Terre comme 1 à 643428.

* 4224. * 4217. * 4049.

4488. Ce Calcul, qui a besoin de quelque correction, seroit parfaitement exact, si l'Augmentation, dont il s'agit, étoit à la For-

Force, avec lequelle la Terre déſcend vers le Soleil, comme la Diſtance de la Lune, ſçavoir 60 Demi-Diam. de la Terre, eſt à la Diſtance de la Terre au Soleil *; mais elle eſt comme la véritable Diſtance moyenne de la Lune, ſçavoir $60\frac{1}{2}$ Demi-Diam. à la Diſtance de la Terre au Soleil. Ainſi il faut ajouter $\frac{1}{120}$ à l'Augmentation déterminée; laquelle ſera par conſéquent à la Gravité ſur la Superficie de la Terre comme $1\frac{1}{120}$ à 643428, ou comme 1 à 638110. * 4219.

Cette Augmentation de Gravité de la Lune dans les Quadratures par l'Action du Soleil, eſt à l'Augmentation de la Gravité de l'Eau ſur la Superficie de la Terre, dans des Lieux éloignez du Soleil de 90 Degr. par la même Action du Soleil, comme $60\frac{1}{2}$ à 1 *; par conſequent cette Augmentation de Gravité eſt à la Gravité même de l'Eau, comme 1 à 38605679. La Diminution de Gravité ſous le Soleil, & dans l'endroit oppoſé, eſt double de cette Augmentation *; donc elle eſt à la Gravité, comme 1 à 19302839, & tout *le Changement que la Gravité éprouve par l'Action du Soleil, eſt à la Gravité même, comme* 1 *à* 12868560. 4489. * 4220. * 4230. 4490.

Pour comparer l'Action de la Lune avec celle du Soleil, il faut faire des Expériences dans des Lieux aſſez étroits pour que la Mer s'y élève ſenſiblement. Près de Briſtol l'Eau monte en Automne & au Printems, Saiſons dans leſquelles les Marées ſont les plus grandes *, l'Eau monte, dis-je, dans les Syzygies environ à la hauteur de 45 Pieds; dans les Quadratures à celle de 25 Pieds, ou à peu près: Nombres, qui ſont entr'eux comme 9 à 5. 4491. * 4479.

Rien ne ſeroit plus aiſé que de déterminer la grandeur des Forces, que nous cherchons, ſi les plus grandes & les plus petites Marées arrivoient exactement dans les Syzygies; mais c'eſt ce qui n'arrive pas *. 4492.

La Diſtance, où la Lune eſt de la Syzygie, ou de la Quadrature, n'eſt pas toujours la même dans la plus grande ou dans la plus petite Elevation des Eaux; car cette Diſtance varie, parceque la Lune eſt tantôt plus & tantôt moins éloignée du Méridien, quand elle paſſe par la Syzygie ou par la Quadrature. La Diſtance, moyenne où la Lune eſt de la Syzygie, ou de * 4477. 4493.

de la Quadrature, à laquelle les Obſervations, dont nous avons parlé, doivent être rapportées, eſt d'environ 18 Degr. 30′, de ſorte que toute l'Action du Soleil, ne s'accorde pas avec l'Action de la Lune, dans les Syzygies, ni ne lui eſt contraire dans les Quadratures. En pareil cas, ſi, dans la Syzygie, les deux Aſtres ſont dans l'Equateur, à la Diſtance indiquée de la Quadrature, la Déclinaiſon de la Lune eſt d'environ 22 Degr. 13′; ce qui diminue la Force avec laquelle la Lune agit ſur la
* 4478. Mer *. Outre cela; toutes choſes égales, la Diſtance de la Lune à la Terre eſt plus petite dans les Syzygies, que dans les
* 4254. Quadratures *; ce qui diminue auſſi l'Action de la Lune dans
* 4256. * 4480. les Quadratures *: en faiſant attention à toutes ces choſes, on
4494. peut en inférer, que *la Force moyenne du Soleil pour agiter la Mer eſt à la Force moyenne de la Lune pour produire le même Effet, comme* 1 *à* 4,4815.

Mais la Force du Soleil eſt à la Force de la Gravité, com-
* 4490. me 1 à 12868560 *; donc *la Force de la Lune eſt à la* mê-
4495. me *Force de la Gravité, comme* 1 *à* 2871485. D'où il ſuit, que ces Forces de la Lune & du Soleil ſont trop petites, pour être ſenſibles dans le Mouvement des Pendules, & dans d'autres Expériences; mais il eſt facile de prouver qu'elles ſuffiſent pour agiter la Mer.

4496. En diminuant la Gravité ſur la Superficie de la Terre de
* 4333. 4322. $\frac{1}{202,5}$ la Mer montera de 9534 Perches du Rhin *, c'eſt-à-dire de 114408 Pieds du Rhin, chacune de ces Perches con-
* 4490. tenant douze Pieds: ainſi l'on trouve * par la Règle de Pro-
4497. portion, que *l'Action du Soleil change la Hauteur de la Mer*
4498. *preſque de deux Pieds*; au lieu que *l'Action de la Lune chan-*
* 4495. *ge cette même Hauteur de* 7,88 *Pieds* *; de ſorte que *les deux*
4499. *Actions réunies produiſent une Agitation moyenne d'environ dix Pieds*, ce qui s'accorde aſſez avec les Obſervations; car en pleine Mer, ſuivant que l'étenduë de la Mer de tous cotez eſt plus ou moins grande, l'Eau monte à la Hauteur de ſix, de neuf, de douze, ou même de quinze Pieds; la Profondeur des Eaux cauſant auſſi quelque différence à cet égard. Et
4500. *quand la Mer entre dans quelque Détroit avec beaucoup de Force, ſon Effort n'eſt rompu qu'en s'élevant à une plus grande Hauteur.*

CHA-

CHAPITRE XX.

De la Denſité & de la Figure de la Lune.

LES Forces du Soleil & de la Lune pour agiter la Mer, ſont entr'elles en raiſon compoſée, de la raiſon des Quantitez de Matière dans ces Corps *, chaque Particule déployant ſon Action, & de la raiſon inverſe des Cubes des Diſtances où le Soleil & la Lune ſont de la Terre *. 4501.

* 4048.
* 4457. 4471. 4302.

Les Quantitez de Matière ſont en raiſon compoſée, de la raiſon des Volumes, c'eſt-à-dire, des Cubes des Diamètres *, & de la raiſon des Denſitez *; ainſi les Forces ſont en raiſon directe des Denſitez & des Cubes des Diamètres, & en raiſon inverſe des Cubes des Diſtances. Il s'agit ici des Denſitez moyennes, telles que nous les avons déjà déterminées pour différentes Planètes *. 4502.

* 18. El. XII.
* 1465. 156.
* 4168.

Les Diamètres apparens des Corps, c'eſt-à-dire, les Angles ſous leſquels ils ſont vûs, croiſſent comme les Diamètres mêmes, & diminuent quand les Diſtances augmentent, c'eſt-à-dire, ſont en raiſon directe des Diamètres & en raiſon inverſe des Diſtances; par conſequent la raiſon compoſée, de la raiſon des Cubes des Diamètres apparens du Soleil & de la Lune, & de la raiſon des Denſitez, ſera la raiſon des Forces, avec leſquelles ces Corps agitent la Mer. Donc *les Denſitez du Soleil & de la Lune ſont en raiſon directe des Forces, avec leſquelles ils agitent la Mer, & en raiſon inverſe des Cubes de leurs Diamètres apparens:* & en diviſant les Forces par les Cubes de ces Diamètres, on a la raiſon des Denſitez. 4503. 4504.

La Force du Soleil eſt à la Force de la Lune, comme 1 à 4,4815 *; le Diamètre apparent moyen du Soleil eſt 32′, 12″, & le Diamètre apparent moyen de la Lune eſt 31′, 16½″, c'eſt-à-dire, que ces Diamètres ſont entr'eux comme 3864 à 3753. 4505.

* 4494.

4506. Ainſi *la Denſité du Soleil eſt à la Denſité de la Lune, comme* 10000 *à* 48911 : la dernière de ces Denſitez peut être com-
* 4168. parée avec celles de Jupiter, de Saturne & de la Terre *, & il ſe trouve que la Denſité de la Terre eſt moindre que celle de la Lune.

4507. Les Quantitez de Matière dans deux Corps ſont entr'elles
* 1465. 156. en raiſon compoſée des Denſitez & des Volumes *, c'eſt-à-dire, s'il s'agit de Sphères, en raiſon compoſée des Denſitez & des Cubes des Diamètres.

* 4506. 4168. * 3751. Les Denſitez de la Lune & de la Terre ſont entr'elles, comme 48911 à 39539 *, & les Diamètres comme 20 à 73 *; donc
4508. *les Quantitez de Matière dans la Lune & dans la Terre ſont comme* 1 *à* 39,31, ou comme 0,0512, à 0,0013. Quoique nous ſuppoſions les Corps homogènes, en déterminant les Denſitez, les Quantitez de Matière ne laiſſeroient pas d'être bien marquées, quand même les Corps ne ſeroient pas homogènes; car nous déterminons la Denſité que le Corps auroit, ſi la Matière, dont le Corps eſt réellement compoſé, ſe trouvoit égale-
* 4171. ment répanduë dans toute l'étenduë de ce Corps *.

4509. *Les Peſanteurs ſur les Superficies de la Terre & de la Lune* ſe déterminent, en multipliant les Denſitez par les Diamè-
* 4086. tres *, c'eſt-à-dire, *ſont* entr'elles à peu près comme 3 à 1, ou *comme* 431 *à* 146 : Nombre, qui exprime auſſi le rapport qu'a la Peſanteur ſur la Superficie de la Lune, avec celle qui a
* 4166. lieu ſur les Superficies du Soleil, de Jupiter & de Saturne *.

4510. *Le Centre commun de Gravité de la Lune & de la Terre*, autour duquel ces deux Corps font leurs Revolutions, peut ſe déterminer; car la Diſtance de ce Centre au Centre de la Terre *eſt à la Diſtance*, qui ſepare les Centres de ces deux Corps, comme la Quantité de Matière dans la Lune à la Quantité de
*611. 613. Matière dans les deux Corps *; par conſequent 40,31 à 1, comme la Diſtance de la Lune à la Terre à la Diſtance cherchée du Centre de Gravité *au Centre de la Terre*, qui ſe trouve être *de* 2543927 *Perches*; comme on peut l'inférer de deux
* 3750. 4321. 3740. choſes connues, ſçavoir, le Diamètre de la Terre *, & la Diſtance de la Lune.

4511. Pour déterminer la Figure de la Lune, il faut examiner la
* 4307. Figure qu'elle prendroit, ſi elle étoit fluide *. Si nous conſi-
* 4308. dérons la Lune ſeule, & en repos, elle ſera ſphérique *: mais

ſi

si nous faisons attention à l'Action de la Terre sur la Lune, cette dernière prendra la Figure d'un Sphéroide, dont l'Axe passera par la Terre *. La Force que la Terre a pour changer la Figure de la Lune est à la Force avec laquelle la Lune agit sur la Terre, comme 39,31 à 1 *, & comme le Diamètre de la Lune au Diamètre de la Terre *, qui sont entr'eux, comme 20 à 73 *; & la raison, composée de ces raisons est celle de 10,77 à 1. Cette Force de la Lune est à la Pesanteur sur la Superficie de la Terre, comme 1 à 2871485 *: Pesanteur, qui est à celle, que les Corps ont sur la Superficie de la Lune, comme 431 à 146 * ou comme 2871485 à 973166; ainsi *l'Action de la Terre pour changer la Figure de la Lune, est à la Pesanteur sur la Superficie de la Lune*, comme 10,77 à 973166, ou *comme* 1 *à* 90359. Si la Gravité, sur la Superficie de la Terre, étoit changée de $\frac{1}{2871485}$, l'Eau monteroit de 8 Pieds *; donc si le Changement en question étoit de $\frac{1}{90359}$, l'Elevation seroit de 254 Pieds, par la Règle de Proportion: si, en gardant cette même Diminution de Gravité, il s'agissoit d'un Corps plus petit, il faudroit diminuer la hauteur en même raison que le Diamètre; cela étant, par l'Action de la Terre, cette Hauteur est dans la Lune d'environ 70 Pieds: & *il n'y aura point d'Equilibre, en cas que la Lune soit homogène, à moins que l'Axe du Sphéroide ne surpasse le Diamètre, qui lui est perpendiculaire, de* 140 *Pieds*.

* 4459.
* 4508.
4048.
* 4457.
4302.
3751.
* 4495.
* 4509.
4512.
* 4498.
4513.

La Hauteur de la Mer, causée par l'Action de la Lune, étant connuë, on trouve facilement la Hauteur que l'Action de la Terre produit dans la Lune; car ces Hauteurs sont en raison doublée inverse des Pesanteurs sur les Superficies de ces Corps. Voici la Démonstration de cette Règle. 4514.

Si des Forces égales agissoient sur ces Corps, ils prendroient des Figures semblables; à cause que les Forces agissent de même sur toutes les Particules; ainsi les Elevations seroient entr'elles comme les Diamètres. 4515.

Ces Elevations sont aussi comme les Forces mêmes, qui sont comme les Quantitez de Matière dans les Corps qui agissent, & comme les Diamètres des Corps, dont les Figures sont changées *. En réunissant toutes ces raisons, les Elevations des Eaux dans la Lune & sur la Terre, sont en raison doublée directe 4516. * 4220.

des Diamètres de ces Corps, & en raiſon inverſe des Quantitez de Matière qu'ils contiennent, c'eſt-à-dire, en raiſon inverſe des Peſanteurs ſur les Superficies.

4517. Cette dernière raiſon doit être ajoutée à elle même, de ſorte qu'elle devienne doublée; à cauſe que les Elevations ſont auſſi en raiſon inverſe des Gravitez, qui agiſſent ſur les Particules, qui ſont élevées.

Si, en ſuppoſant que la Lune a la Figure, que nous venons de déterminer, nous concevons les Parties de cette Planète
4518. comme tenant enſemble, *il n'y aura point d'Equilibre entre les Parties de la Lune, à moins que* l'Axe du Sphéroide ne ſoit dirigé vers la Terre; ce qui fait voir, pourquoi *la Lune tourne toujours vers nous le même coté*; car par le Mouvement continuel, qui dirige l'Axe du Sphéroide vers la Terre, la Lune a enfin acquis un Mouvement, autour d'un autre Axe:
4519. *ce Mouvement de la Lune ſur ſon Axe*, dont nous avons dé-
* 3743. 3899. jà parlé ci-deſſus *, *ſe fait dans le même Tems que la Lune employe à achever ſa Revolution autour de la Terre*; ce qui eſt une ſuite de l'Action dont nous venons de faire mention; car ſi la Viteſſe de la Lune étoit plus grande, elle ſeroit continuellement retardée par la Force, qui fait que la même Face de la Lune ſe trouve toujours tournée vers la Terre; & ſi cette Viteſſe étoit plus petite, elle ſeroit continuellement accélerée.

4520. Cette Force néanmoins n'eſt pas aſſez grande, pour déranger ſenſiblement, à chaque Revolution, l'uniformité du Mou-
4521. vement acquis autour de l'Axe: Ainſi *le Mouvement autour de l'Axe eſt uniforme, quoique la Lune parcoure ſon Orbite d'un*
* 3739. *Mouvement inégal* *. La ſituation de l'Axe de la Lune ne ſçauroit auſſi être aſſez changée par la Force en queſtion, pour être toujours perpendiculaire au Plan de l'Orbite, pendant que
* 4293. l'Inclinaiſon de cette Orbite change *; c'eſt ce qui fait que *l'Axe*
4522. *de la Lune eſt tant ſoit peu incliné au Plan de ſon Orbite*,
* 3904. comme nous l'avons vû *.

FIN.

TA-

TABLE DES MATIERES.

Les Chiffres Romains I. & II. *marquent le Tome* 1er. *ou* 2^d^. *La Lettre* p. *désigne la Page, &* n. *indique les Nombres qui sont à la marge.*

A.

ACCELERATION du Mouvement d'un Corps, qui s'approche du Centre de son Mouvement. I. p. 149. n. 582. *& suiv.* du Mouvement d'un Corps, poussé par deux Actions. p. 300. n. 1148. *& suiv.*

——— d'un Corps mu dans un Fluide. I. p. 519. n. 2003. p. 530. n. 2059. d'un Corps qui descend dans un Fluide plus leger, ou qui monte dans un Fluide plus pesant. p. 512. n. 1977. *& suiv.* p. 528. n. 2051. *& suiv.*

ACTION, ce que c'est. I. p. 186. n. 688. elle ne differe que rélativement de la résistance. p. 186. n. 695.

——— d'un Corps sur un Levier. I. p. 280. n. 1080. qui élève un poids par le moïen d'un Levier. p. 126. n. 510. *& suiv.* la plus petite qui puisse être appliquée à un Levier. p. 123. n. 495. totale dans un Levier du troisième genre. p. 128. n. 515. Actions entières pour les Leviers. p. 149. n. 335. p. 127. n. 511. *& suiv.*

——— de différens Corps sur la Lumière. II. p. 160. n. 2841.

——— de deux Corps sur un troisième qu'ils frapent directement, mais avec des directions différentes. I. p. 320. n. 1199. *& suiv.* p. 323. n. 1208. *& suiv.*

——— la même peut détruire le même Degré de Viteſſe, qu'elle est capable de produire. I. p. 190. n. 713.

——— d'un ressort. *Voiez* Ressort.

——— infiniment petite, surpasse quelque fois infiniment une autre de même genre. I. p. 199. n. 752.

——— dans le Choc, est égale à la réaction. I. p. 252. n. 984.

——— entière, qui meut un Corps. I. p. 188. n. 706.

ACTION, qui plie un ressort. I. p. 361. n. 1340.

——— la plus petite qui soit applicable à une Machine, pour élever un poids déterminé à une hauteur déterminée. I. p. 127. n. 514. la plus grande qu'un Animal puisse déploier. p. 481. n. 1856. *& suiv.*

——— d'un Fluide. I. p. 490. n. 1893. mutuelle d'un Solide & d'un Fluide. p. 490. n. 1892.

——— mutuelles des Corps élastiques. I. p. 296. n. 1137. *& suiv.*

——— supose une resistance. I. p. 87. n. 362. *& suiv.*

——— d'une puissance peut se resoudre en deux. I. p. 73. n. 319.

——— d'une pression. I. p. 191. n. 722. *& suiv.*

——— respective différente de l'absolue. I. p. 255. n. 995. *& suiv.*

——— la plus petite Action totale. I. p. 133. n. 536. *& suiv.*

——— d'un point qui parcourt un espace déterminé. I. p. 192. n. 728. p. 223. n. 836.

Actions des puissances. I. p. 29. n. 124. *& suiv.*

——— de deux puissances. I. p. 73. n. 318.

——— qui agissent en même tems sur un Corps. I. p. 300. n. 1148. *& suiv.*

——— des forces. *Voiez* Forces.

ADDITION méchanique. I. p. 47. n. 227.

AIMAN, il attire le Fer, & en est attiré avec la même force. I. p. 89. n. 366.

AIR. II. p. 2. n. 2076. espaces qu'il occupe étant condensé. p. 9. n. 2107. *& suiv.* comment on le condense. II. p. 34. n. 2216. *& suiv.* p. 38. n. 2231. il

il produit diférens éfets étant condenſé. p. 36. n. 2225. & *ſuiv.* eſpaces qu'il occupe en ſe dilatant. p. 6. n. 2101.

AIR, il eſt le véhicule du Son. II. p. 59. n. 2319. & *ſuiv.* il eſt élaſtique. p. 5. n. 2096. & *ſuiv.* p. 24. n. 2168. & *ſuiv.* p. 25. n. 2173. il eſt peſant. p. 3. n. 2084. & *ſuiv.* p. 23. n. 2163. & *ſuiv.* il eſt ſolide. I. p. 5. n. 24. il eſt un Mixte compoſé de diférens Fluides élaſtiques. II. p. 13. n. 2122. il cède aiſément à une impreſſion quelconque. p. 3. n. 2083.

—— élevé ne difère pas uniquement en denſité de l'Air inférieur. II. p. 13. n. 2123. il eſt moins denſe ſur une montagne que dans une vallée. p. 10. n. 2110.

—— il ne peut pas être entièrement tiré par la Machine pneumatique. II. p. 16. n. 2136. p. 27. n. 2180. & *ſuiv.*

—— il preſſe également de tout coté. II. p. 4. n. 2092. ſa preſſion dépend de ſa hauteur. p. 4. n. 2091. éfets de cette preſſion. p. 31. n. 2202. & *ſuiv.* p. 37. n. 2228. & *ſuiv.* p. 46. n. 2259. & *ſuiv.* il retarde le mouvement des Fluides. I. p. 424. n. 1592. p. 426. n. 1603. & *ſuiv.* ſon Elaſticité. II. p. 5. n. 2096. & *ſuiv.* p. 28. n. 2183. & *ſuiv.* éfets produits par ſa Peſanteur & ſon Elaſticité réunis. p. 25. n. 2173.

—— ſon mouvement ondulatoire. II. p. 51. n. 2271. & *ſuiv.* Viteſſe d'une onde d'Air. p. 55. n. 2293. & *ſuiv.* p. 72. n. 2387.

—— quelques unes de ſes parties entrent plus aiſément dans l'Eau que les autres. II. p. 14. n. 2132.

—— mouvement des particules d'Air. II. p. 51. 2273. Loi de ce mouvement. II. p. 55. n. 2291. & *ſuiv.* p. 70. n. 2383. & *ſuiv.*

—— ſes particules ſe fuient reciproquement. II. p. 10. n. 2111. p. 12. n. 2117.

AIRES décrites par un Corps en mouvement & retenu par une force centrale. I. p. 150. n. 585. p. 168. n. 641.

AISSIEU dans la roue. *Voiez* Roue.

ALLUVION comment elle ſe forme. I. p. 455. n. 1722.

AMPLITUDE d'un aſtre. II. p. 359. n. 3920.

—— —— d'un jêt. I. p. 138. n. 546. p. 140. n. 552.

ANGLE d'incidence. I. p. 305. n. 1161. II. p. 150. n. 2784.

—— de reflexion. I. p. 305. n. 1162.

—— de refraction. II. p. 150. n. 2786. il eſt quelque fois plus petit que l'Angle d'incidence. p. 150. n. 2787. p. 152. n. 2798.

—— mixtiligne peut-être diminué à l'infini. I. p. 7. n. 34.

—— les ſinus des Angles d'incidence & de refraction ont entr'eux une raiſon conſtante. II. p. 154. n. 2809. & *ſuiv.* p. 291. n. 3512. Ces Angles ſont quelques fois égaux. p. 150. n. 2790. raiſon de leurs coſécantes. p. 154. n. 2813.

—— Claſſes d'Angles décroiſſans à l'infini. I. p. 13. n. 57. & *ſuiv.*

ANIMAUX, ils ont beſoin d'Air pour vivre. II. p. 40. n. 2235.

—— dans l'Air comprimé. II. p. 40. n. 2237.

ANNEAU de Saturne. II. p. 332. n. 3732. ſes apparences. p. 348. n. 3827.

ANNÉE périodique plus grande que l'Année tropique. II. p. 332. n. 3729.

—— la grande Année. II. p. 371. n. 4018.

APHÉLIE. II. p. 329. n. 3702.

APSIDES. I. p. 181. n. 674. II. p. 329. n. 3704.

—— la ligne des Apſides. II. p. 329. n. 3705.

ARC en Ciel. *Voiez* Iris.

Arcs parcourus par des pendules dans des Fluides. I. p. 514. n. 1984. & *ſuiv.*

ARGENT, poids d'un pied cubique de ce Métal. I. p. 15. n. 63.

—— ſa ductilité. *ibid.*

—— ſa denſité. *Voiez* Denſité.

ARITHMÉTIQUE méchanique. I. p. 47. n. 224. & *ſuiv.*

ASTÉRISMES. *Voiez* Conſtellations.

ATMOSPHÈRE de la Terre. II. p. 2. n. 2080. sa hauteur. p. 3. n. 2081. p. 57. n. 2303. elle fait paroître les Astres plus élevés. p. 360. n. 3928. *& suiv.* son ombre est la cause des Eclipses lunaires. p. 354. n. 3854. Cette ombre n'atteint pas jusqu'à Mars. p. 351. n. 3859.

——— le Verre est environné d'une Atmosphère. *Voiez* Verre.

ATTRACTION, ce que c'est. I. p. 17. n. 73. Loi qu'elle observe. p. 18. n. 75. elle est la cause de la cohésion. p. 19. n. 79. ce n'est pas une qualité occulte. p. 23. n. 98.

——— des raïons de Lumière. II. p. 136. n. 2723. *& suiv.* p. 149. n. 2780. p. 155. n. 2816. son espace. p. 153. n. 2806. sa cause est inconnue. p. 143. n. 2753.

AURORE. *Voiez* Crepuscule.

AXE d'une Lentille. II. p. 192. n. 3002.

——— d'une Planète. *Voiez* Planète.

——— de la Terre. *Voiez* Terre.

B.

BALANCE. I. p. 39. n. 179. *& suiv.* Romaine. p. 41. n. 193. p. 66. n. 294.

——— en équilibre. I. p. 40. n. 190.

——— son axe. I. p. 39. n. 180. son centre. p. 39. n. 181. ses points de suspension. p. 39. n. 182.

——— fausse. I. p. 41. n. 194. exacte. p. 404. n. 1522. p. 405. n. 1524.

——— sur laquelle on fait tomber un Corps pour élever des poids. I. p. 275. n. 1072.

——— hydrostatique. I. p. 394. n. 1480. *& suiv.*

BAROMÈTRE. II. p. 28. n. 2184.

BLANC de l'Oeil. II. p. 202. n. 3063.

BLANCHEUR, elle résulte d'un mêlange de Couleurs. II. p. 302. n. 3563. *& suiv.* p. 304. n. 3572. elle fait qu'un Corps s'échaufe lentement. II. p. 323. n. 3665.

BOETES dont on se sert dans les Expériences sur la Lumière. II. p. 143. n. 2755. *& suiv.*

BOIS, forces requises pour le fendre. I. p. 63. n. 286. *& suiv.*

BOIS luisant. II. p. 100. n. 2529.

BORAX sa densité comparée avec celle de l'Huile. II. p. 161. n. 2846.

BRADLEY a trouvé le mouvement de la Lumière. II. p. 121. n. 2639. *& suiv.*

BROUILLARDS. *Voiez* Nuées.

C.

CADRE, dont on se sert dans des Expériences sur la Lumière. II. p. 148. n. 2775.

CAILLOUX transparens, leur propriété à l'égard de la Lumière. II. p. 292. n. 3518.

CAISSE, où l'on enferme l'Héliostate. p. 132. n. 2701.

CALCINATION. II. p. 102. n. 2538.

CAMELEON, il a une propriété singulière dans les yeux. II. p. 208. n. 3103.

CASSINI a essaié de déterminer la Viteſſe de la lumière. II. p. 117. n. 2621.

CAVITE'S, formées par l'enfoncement des parties des Corps mous. I. p. 219. n. 825. *& suiv.* manière de les mesurer. p. 251. n. 975. *& suiv.*

CAUSES qui retardent le mouvement des Fluides jaillisans. I. p. 423. n. 1589. *& suiv.*

CAUSTIQUES, propriétés des lignes caustiques. II. p. 250. n. 3314. *& suiv.* p. 256. n. 3340. *& suiv.*

CE'LE'RITE'. *Voiez* Viteſſe.

CENTRALES. forces centrales. I. p. 143. n. 564. raisons que suivent ces forces. p. 163. n. 618. *& suiv.* elles font décrire aux Corps diférentes Courbes. p. 164. n. 624. *& suiv.* p. 175. n. 661. p. 178. n. 665. diférences qu'il y a entr'elles. p. 152. n. 591. quand sont elles égales? p. 160. n. 611. *& suiv.*

CENTRE commun de l'action de diverſes puiſſances. I. p. 52. n. 246.

——— de gravité. I. p. 42. n. 202. on prouve qu'il y en a un. p. 45. n. 214. *& suiv.* méthode pour le trouver. *ibid.* n. 216. mouvement du centre de gravité de plusieurs Corps. p. 117. n. 476. *& suiv.* p. 332. n. 1234.

1234. *& suiv.* repos du Centre de gravité de divers Corps en mouvement. p. 330. n. 1223. *& suiv.*

CENTRE d'une Balance. *Voiez* Balance.

—— d'Oſcillation. I. p. 103. n. 425. ſon éloignement dans un pendule du point de ſuſpenſion. p. 104. n. 427. manière de le déterminer. p. 115. n. 471. *& ſuiv.* p. 278. n. 1077. méthode de le trouver dans les Machines. p. 129. n. 521. *& ſuiv.*

—— de Percuſſion. I. p. 268. n. 1050. ſa propriété. p. 279. n. 1078. il coincide avec le Centre d'oſcillation. p. 268. n. 1051. p. 280. n. 1081.

CENTRIFUGE, force Centrifuge. I. p. 143. n. 562. elle eſt proportionnelle à la quantité de matière qui eſt dans un Corps mu. p. 151. n. 588. *& ſuiv.* mouvement que cette force communique à un Corps. p. 142. n. 561. p. 147. n. 579. *& ſuiv.*

CENTRIPETE, force Centripete. I. p. 143. n. 563. Mouvement d'un Corps retenu par une force Centripete. p. 142. n. 560. p. 148. n. 581. p. 150. n. 585. *& ſuiv.* p. 169. n. 648.

CERCLE génerateur d'une Cycloide. I. p. 100. n. 409.

—— il peut être décrit par un Corps ſur lequel une force centrale agit. I. p. 165. n. 627. p. 166. n. 634. p. 167. n. 638. p. 170. n. 649. *& ſuiv.*

CHALEUR, ce que c'eſt. II. p. 77. n. 2409. *& ſuiv.* elle ſe communique à certains Corps plus vite qu'à d'autres. p. 323. n. 3664. elle ſe communique d'un Corps à un autre. p. 97. n. 2504. elle ſe répand uniformement dans les Corps. p. 97. n. 2509. elle dilate les Corps. p. 76. n. 2403. p. 80. n. 2426. *& ſuiv.* elle eſt jointe intimement avec la lumière dans les raïons du Soleil. p. 78. n. 2421. on n'en découvre aucune dans la lumière de la Lune. p. 79. n. 2423. elle a une même cauſe avec la lumière. p. 75. n. 2395.

—— quels ſont les Corps qui la conſervent long-tems. II. p. 100. n. 2524. *& ſuiv.*

—— elle n'eſt pas proportionnelle à la quantité du Feu. II. p. 95. n. 2518. eſt elle la cauſe de toute Fluidité? p. 82. n. 2438. la plus grande dont un Fluide ſoit ſuſceptible. p. 102. n. 2536.

CHALEUR, d'où dépend ſa diminution? II. p. 113. n. 2604. *& ſuiv.*

—— cauſes qui la produiſent dans l'Air. II. p. 369. n. 4003.

CHOC des Corps. I. p. 240. n. 920. *& ſuiv.* il produit toujours quelqu'enfoncement de parties. p. 241. n. 927. il ne détruit que la force qui eſt emploiée à enfoncer les parties. p. 242. n. 934.

—— des Corps compoſés d'autres Corps joints enſemble. I. p. 266. n. 1041. *& ſuiv.*

—— des Corps élaſtiques. I. p. 280. n. 1082. *& ſuiv.* Choc oblique. p. 305. n. 1061. *& ſuiv.*

—— double. p. 311. n. 1176. *& ſuiv.* ce qu'on en démontre ſe confirme difcilement par des Expériences. p. 322. n. 1207.

—— direct de trois Corps mus dans une même ligne. I. p. 313. n. 1179. *& ſuiv.* p. 318. n. 1195. *& ſuiv.* p. 328. n. 1220.

—— triple de trois Corps. I. p. 341. n. 1257. *& ſuiv.*

—— le moindre Choc briſeroit un Corps parfaitement dur. I. p. 241. n. 928.

CHOROIDE, Tunique de l'Oeil. II. p. 203. n. 3068.

CIEL. II. p. 337. n. 3766. pourquoi il paroit bleu. *ibid.* n. 3768.

CLASSES des Corps qui agiſſent diverſement ſur la lumière. II. p. 159. n. 2830. *& ſuiv.*

—— des Infinis. *Voiez* Infinis.

COHE'SION des parties: elle dépend de l'attraction. I. p. 19. n. 79. elle a lieu dans les fluides. p. 443. n. 1661. *& ſuiv.* éfets quelle produit dans le mouvement des fluides. p. 421. n. 1583. p. 440. n. 1651. *& ſuiv.* p. 442. n 1659. elle eſt la première cauſe de la reſiſtance des fluides. p. 489. n. 1886. *& ſuiv.*

COIN, ce que c'eſt. I. p. 59. n. 272. *& ſuiv.* ſes propriétés. p. 62. n. 280. p. 63. n. 286. *& ſuiv.*

COLOMNE qui ſert à pluſieurs Expériences. I. p. 36. n. 162. *& ſuiv.*
COMBUSTION, ce que c'eſt. II. p. 102. n. 2538. elle n'eſt pas produite par le Feu ſeul. p. 106. n. 2568. *& ſuiv.* p. 108. n. 2575.
COMETES. II. p. 335. n. 3753. *& ſuiv.* explication de leur mouvement. p. 410. n. 4204.
CONES ſemblables comparés entr'eux. I. p. 230. n. 863. *& ſuiv.*
CONJONCTION des Aſtres. II. p. 341. n. 3793.
CONSONANCES, d'où elles naiſſent. II. p. 66. n. 2360. Manière de les déterminer. *ibid.* n. 2367. *& ſuiv.*
CONSTELLATIONS ou Aſteriſmes. II. p. 373. n. 4028. *& ſuiv.*
CONVERGENS, Raïons convergens. *Voiez* Raïons.
CORDE, une Corde tendue, & agitée, en fait quelques fois mouvoir une autre. II. p. 67. n. 2372. *& ſuiv.*
— on peut déterminer les conſonances produites par l'agitation des Cordes. II. p. 66. n. 1367. *& ſuiv.*
— phénomènes dans le mouvement des Cordes tendues. II. p. 68. n. 2375. *& ſuiv.*
— Elaſticité d'une Corde. *Voiez* Elaſticité.
— Flèche d'une Corde. *Voiez* Flèche.
— manière de déterminer les proportions des allongemens des Cordes de Métal. I. p. 348. n. 1285.
CORNE'E, ce que c'eſt. II. p. 202. n. 3062. ſon éfet. p. 203. n. 3070.
CORPS, ſes propriétés. I. p. 3. n. 12. *& ſuiv.* Il eſt étendu. p. 4. n. 13. Il eſt ſolide. *ibid.* n. 15. p. 5. n. 23. *& ſuiv.* Il eſt diviſible à l'infini. p. 4. n. 16. p. 7. n. 32. *& ſuiv.* Il eſt peſant. p. 33. n. 147. *& ſuiv.* Il a de l'inertie. p. 4. n. 19. p. 185. n. 688.
— dur. I. p. 16. n. 64. *& ſuiv.*
— fluide. I. p. 17. n. 68.
— héterogène. I. p. 391. n. 1461.
— homogène. *ibid.* n. 1460.
— mou. I. p. 16. n. 67.
— qui deſcend ſur un plan incliné. I. p. 93. n. 382. *& ſuiv.*
— il reſiſte ſi ſa viteſſe change. I. p. 185. n. 688.
— ſolide plongé dans un fluide. I. p. 392. n. 1468. *& ſuiv.* mu dans un fluide. p. 489. n. 1885. *& ſuiv.* p. 508. n. 1953. *& ſuiv.*
CORPS, certains Corps s'échaufent plus dificilement que d'autres. II. p. 99. n. 2516.
— tous les Corps deſcendent également vite dans le vuide. I. p. 33. n. 152. *& ſuiv.* II. p. 44. n. 2254.
COUCHER d'un Aſtre. II. p. 359. n. 3911.
COULEUR d'un objet. II. p. 288. n. 3497.
—— d'un raïon. *ibid.* n. 3498. *& ſuiv.* elle ne change point par la refraction. p. 291. n. 3514. *& ſuiv.* ni par la reflexion. p. 296. n. 3537. *& ſuiv.* ni par le mélange. p. 301. n. 3559. *& ſuiv.*
—— des Corps naturels. II. p. 323. n. 3662. *& ſuiv.*
—— des Lames minces. II. p. 314. n. 3619. *& ſuiv.* divers ordres de ces couleurs. p. 320. n. 3647. *& ſuiv.*
—— des liquides. II. p. 325. n. 3676. *& ſuiv.*
—— des Nuées. II. p. 326. n. 3682.
—— mélange des couleurs primitives. II. p. 304. n. 3573.
CREPUSCULES, ce que c'eſt. II. p. 366. n. 3977. leur cauſe. *ibid.* n. 3978.
CRISTAL de roche; il ſépare les raïons homogènes. II. p. 292. n. 3518. *& ſuiv.*
CRISTALLIN. *Voiez* Humeur Criſtalline.
CUBE, ſa proportion avec le Cylindre. I. p. 15. n. 63.
— de Criſtal. II. p. 146. n. 2767.
CYCLOIDE, ce que c'eſt. I. p. 100. n. 409. manière de la tracer. p. 112. n. 461. *& ſuiv.* ſes propriétés. p. 100. n. 410. p. 110. n. 456. *& ſuiv.*

D.

DE'CLINAISON d'un Aſtre. II. p. 354. n. 3883.
DE'GRE'S de latitude. II. p. 434. n. 4329. *& ſuiv.*
DENSITE' d'un Corps. I. p. 391. n. 1459. *& ſuiv.*
—— de l'Argent. I. p. 415. n. 1562. du Mercure. *ibid.* n. 1563. de l'Or. *ibid.* n. 1561.

DENSITE', manière de comparer enſemble les denſités des Fluides. I. p. 409. n. 1541. *& ſuiv.*
—— des Planètes. *Voiez* Planètes.
—— méthode de comparer hydroſtatiquement les denſités des ſolides. I. p. 413. n. 1558. *& ſuiv.*
DERHAM, ſa détermination de la viteſſe du ſon. II. p. 62. n. 2338.
DESCENTE des Corps ſur un plan incliné. I. p. 93. n. 382. *& ſuiv.*
—— ligne de la plus courte deſcente. I. p. 119. n. 483. *& ſuiv.*
DIAPASON, ou Octave. II. p. 66. n. 2362.
DIAPENTE, ou Quinte. II. p. 66. n. 2363.
DIATESSARON, ou Quarte. II. p. 66. n. 2364.
DIGUES, leur éfet. I. p. 457. n. 1733.
DITON, eſpèce de Conſonance. II. p. 66. n. 2365.
DIVERGENS, raïons qui portent ce nom. *Voiez* Raïons.
DIVISIBILITE' de la matière. I. p. 4. n. 16. p. 9. n. 45. Objections contre cette diviſibilité. p. 8. n. 38.
DIVISION méchanique, I. p. 47. n. 230.
DURETE', elle découle de la nature du Corps. I. p. 17. n. 70.

E.

EAU, c'eſt une glace fondue. II. p. 82. n. 2439.
— peſanteur d'un pied cubique d'Eau. I. p. 15. n. 63.
— ſon action ſur les machines hydrauliques. I. p. 481. n. 1848. *& ſuiv.*
— l'Air la fait monter dans une Seringue. II. p. 31. n. 2199. *& ſuiv.*
— hauteur d'une Colomne d'Eau en équilibre avec l'Atmoſphère. II. p. 4. n. 2089.
— pourquoi éteint-elle le Feu qui conſume certains Corps? II. p. 112. n. 2593. & non toutes ſortes de Feux? *ibid.* n. 2595.
— ſon action ſur le Phoſphore d'Urine. II. p. 96. n. 2499.
— elle eſt attirée par le Verre. I. p. 24. n. 99. cette attraction la fait monter dans les Tuiaux capillaires. p. 20. n. 82. *& ſuiv.* p. 25. n. 104. & entre des glaces. p. 20. n. 84. *& ſuiv.* p. 25. n. 106. *& ſuiv.*
EAU, ſa denſité comparée à celle de l'Eſprit de Térebenthine. II. p. 162. n. 2851.
— il y a une répulſion entr'elle & les Corps gras. I. p. 21. n. 87.
— dans une rivière, l'Eau inférieure ſe meut plus vite que celle qui eſt au-deſſus. I. p. 448. n. 1678. ſon mouvement eſt ſouvent accéleré ou retardé. p. 451. n. 1690. *& ſuiv.* elle peut couler par un canal horizontal. p. 452. n. 1696. elle emporte du Sable. p. 453. n. 1703. 1710. éfet qu'elle produit ſur les rives. p. 455. n. 1717. ſa hauteur diminue en s'éloignant de ſa ſource. p. 447. n. 1673. quand elle rencontre un obſtacle elle s'élève. p. 449. n. 1681. manière de déterminer ſa viteſſe en diférens endroits. p. 447. n. 1674.
ECHO, ce que c'eſt. II. p. 69. n. 2378.
ECLIPSE de la Lune. *Voiez* Lune.
—— d'un Satellite. II. p. 347. n. 3825.
—— du Soleil. *Voiez* Soleil.
ECLIPTIQUE, ligne qui porte ce nom. II. p. 340. n. 3782. ſon commencement. *ibid.* n. 3785. ſon plan. p 329. n. 3707. ſes poles. p. 341. n. 3790.
EFFET, le plus grand d'une Machine. I. p. 122. n. 491.
ELASTICITE', ce que c'eſt. I. p. 23. n. 96. parfaite. p. 280. n. 1083. manière de découvrir les Loix qu'elle ſuit. p. 353. n. 1304. *& ſuiv.* pourquoi elle eſt plus ou moins grande. p. 357. n. 1321.
—— de l'Air. *Voiez* Air.
—— d'une Corde eſt de même nature que la peſanteur. I. p. 349. n. 1292.
—— des fibres. I. p. 346. n. 1279. *& ſuiv.*
—— des lames. I. p. 357. n. 1322. *& ſuiv.*
ELASTIQUES, les Corps élaſtiques ſont compoſés de filamens minces. I. p. 346. n. 1278. Tems qu'il faut pour les plier. p. 374. n. 1397. *& ſuiv.* Choc de ces Corps. p. 241. n. 930. p. 280. n. 1082. *& ſuiv.* Choc de deux Corps élaſtiques dans un bateau. p. 287. n. 1107. Choc de deux de ces Corps mus en ſens contraire. p. 285.

285. n. 1100. Règles par leſquelles on détermine les viteſſes de ces Corps après le Choc. p. 288. n. 1110. *& ſuiv.* ce qui arrive lorſque leurs parties enfoncées reprennent leur figure. p. 294. n. 1134. Eclairciſſemens ſur l'action mutuelle des Corps élaſtiques. p. 296. n. 1137. *& ſuiv.* Choc de trois de ces Corps. p. 318. n. 1194. p. 326. n. 1217. *& ſuiv.*

ELECTRICITE', ce que c'eſt. II. p. 86. n. 2453. ſes phénomènes. *ibid.* n. 2455. *& ſuiv.* dans le Criſtal. II. p. 90. n. 2471. *& ſuiv.*

ELLIPSE, ce que c'eſt. I. p. 164. n. 625. ſes propriétés. II. p. 436. n. 4339. *& ſuiv.* mouvement angulaire dans une Ellipſe. I. p. 181. n. 674. *& ſuiv.* les forces centrales font quelques fois décrire aux Corps mus des Ellipſes. I. p. 164. n. 626. *& ſuiv.* p. 171. n. 656. *& ſuiv.* Mouvement dans une Ellipſe mobile. p. 165. n. 630. *& ſuiv.* p. 178. n. 668.

ELONGATION d'une Planète. II. p. 342. n. 3797.

EMBOUCHURES d'un Fleuve. *Voiez* Fleuves.

ENCLUME, miſe ſur un Corps mou, reſiſte davantage. I. p. 299. n. 1146.

ENFONCEMENS de parties produits par le Choc des Corps. I. p. 245. n. 949. *& ſuiv.* p. 316. n. 1190. p. 369. n. 1373. *& ſuiv.*

EQUATEUR céleſte. II. p. 354. n. 3879.

EQUILIBRE d'une balance. I. p. 40. n. 190.

——— des Corps dans l'Air. I. p. 40. n. 191. *& ſuiv.*

——— eſt détruit dans le vuide. II. p. 24. n. 2166. *& ſuiv.*

EQUINOXES, leur préceſſion. II. p. 372. n. 4022.

——— points Equinoctiaux. II. p. 366. n. 3982.

ESPACE, ſes propriétés. I. p. 6. n. 27. *& ſuiv.*

ETENDUE, c'eſt un attribut du Corps. I. p. 4. n. 13.

ETOILES fixes. II. p. 122. n. 2640. p. 328. n. 3688. p. 372. n. 4023. *& ſuiv.* elles décrivent des Ellipſes. p. 124. n. 2648. *& ſuiv.*

EVAPORATION, ce que c'eſt. II. p. 102. n. 2538.

EXCENTRICITE' d'une Planète. II. p. 329. n. 3698.

EXHALAISONS, ce que c'eſt. II. p. 102. n. 2538. *& ſuiv.* comment elles s'allument. p. 105. n. 2560. *& ſuiv.*

EXPOSANS des Machines. I. p. 124. n. 499. *& ſuiv.* p. 129. n. 521. *& ſuiv.*

F.

FEU, marques auxquelles on peut connoitre qu'il eſt preſent. II. p. 75. n. 2393. p. 78. n. 2419. *& ſuiv.* p. 80. n. 2425. ſa nature nous eſt inconnue. p. 75. n. 2392. ſon aliment. p. 104. n. 2550. il pénètre dans tous les Corps. p. 75. n. 2396. *& ſuiv.* mais pas toujours avec la même facilité. p. 76. n. 2400. p. 99 n. 2516. 2520. comment il s'éteind. p. 110. n. 2581. *& ſuiv.* comment il eſt retenu dans les Corps. p. 76. n. 2401. p. 100. n. 2526. éfets qu'il produit ſur les Corps expoſés à ſon action. p. 101. n. 2531. 2533. *& ſuiv.* il n'a pas beſoin d'Air pour paroitre. p. 94. n. 2488. il ſe meut avec plus de facilité dans le vuide. p. 88. n. 2463. p. 91. n. 2473. il y conſume les Corps. p. 108. n. 2576. *& ſuiv.* il dilate les Corps. p. 76. n. 2403. p. 80. n. 2426. *& ſuiv.* il eſt ſuſceptible de trois mouvemens. p. 97. n. 2500. *& ſuiv.* ſon poids n'eſt pas ſenſible. p. 76. n. 2408. p. 107. n. 2571. *& ſuiv.* cependant il augmente celui des Corps. p. 76. n. 2407. p. 107. n. 2570.

FIBRES, leurs allongemens. I. p. 354. n. 1308. *& ſuiv.* leur Elaſticité. *Voiez* Elaſticité.

FIGURE, c'eſt un attribut du Corps. I. p. 4. n. 20.

FIL d'un Fleuve. *Voiez* Fleuves.

FLAMME, comment elle ſe forme. II. p. 104. n. 2553. pourquoi elle eſt piramidale dans l'Air. *ibid.* n. 2555. figure qu'elle prend lorſqu'elle eſt environnée d'une autre flamme. p. 105. n. 2558. *& ſuiv.*

FLE'CHE d'une Corde. I. p. 347. n. 1283. p. 348. n. 1288. *& ſuiv.* p. 355.

355. n. 1311. p. 358. n. 1326. *& ſuiv.*
FLEUVES, ce que c'eſt. I. p. 446. n. 1667. réguliers. p. 453. n. 1707. p. 454. n. 1713.
—— comment ſe forment leur lits. I. p. 450. n. 1684. *& ſuiv.* changemens qui arrivent dans ces lits. p. 452. n. 1702. *& ſuiv.* changemens qui ſurviennent à leurs embouchures. p. 456. n. 1725. *& ſuiv.* inventions pour remedier à ces changemens. p. 457. n. 1733. pourquoi les bords des fleuves ne reflechiſſent pas les ondes. p. 459. n. 1743. variations dans la viteſſe des fleuves. p. 451. n. 1689. *& ſuiv.*
—— fil d'un fleuve. I. p. 453. n. 1708.
—— Section d'un fleuve. I. p. 446. n. 1669.
FLUIDE, Corps fluide. I. p. 17. n. 68. p. 377. n. 1409. il a toutes ſes parties en repos. p. 380. n. 1421. il eſt compoſé de particules peſantes. p. 378. n. 1411. mais tout fluide n'eſt pas également peſant. p. 381. n. 1425. *& ſuiv.* comment un fluide monte dans les Tuiaux qui ont communication enſemble. p. 380. n. 1422. *& ſuiv.* ce qui arrive à un fluide mu dans un Tuiau. p. 469. n. 1781. *& ſuiv.* manière de déterminer la quantité d'un fluide qui s'écoule d'un Vaſe, par une ouverture. p. 433. n. 1625. *& ſuiv.* ſon mouvement eſt accéleré ſi l'on adapte un Tuiau à cette ouverture. p. 440. n. 1652. *& ſuiv.* action latérale des fluides en mouvement. p. 469. n. 1781. *& ſuiv.* mouvement d'un fluide dans un cylindre recourbé. p. 460. n. 1749. *& ſuiv.* viteſſe qu'il acquiert par la preſſion d'un fluide ſupérieur. p. 418. n. 1574. *& ſuiv.* action d'un fluide en mouvement ſur un obſtacle en repos. p. 464. n. 1760. *& ſuiv.* ſon action ſur un obſtacle en mouvement. p. 467. n. 1777. *& ſuiv.* fluides jailliſſans. p. 423. n. 1588. *& ſuiv.* Expériences ſur le jet oblique des fluides. p. 430. n. 1615. *& ſuiv.* reſiſtances des fluides. p. 489. n. 1885. *& ſuiv.* retardations des Corps mus dans les fluides. p. 508. n. 1953. *& ſuiv.* l'action d'un fluide eſt une preſſion. p. 490. n. 1893. preſſion des fluides ſur le fond, & les parois des Vaiſſeaux qui les contiennent. p. 382. n 1430. *& ſuiv.* ce qui arrive aux ſolides plongés dans les fluides. p 392. n. 1468. *& ſuiv.* un fluide acquiert le poids que perd le ſolide plongé. p. 398. n. 1503.
FLUIDE, élaſtique. II. p 2. n. 2075. ſes particules ne ſe touchent pas. p. 15. n. 2135. comment des fluides élaſtiques ſe ſéparent des Corps. p. 12. n. 2119. *& ſuiv.* p. 41. n. 2239.
—— la chaleur dilate tous les fluides. II. p. 80. n. 2428.
FLUIDITE', quelle eſt ſa cauſe. I. p. 377. n. 1409. on ne peut pas décider ſi toute fluidité provient de la chaleur. II. p. 82. n. 2438.
FLUX & reflux de la Mer. *Voiez* Mer.
FONTAINE de Heron. II. p. 48. n. 2268.
FORCES inhérentes. I. p. 4. n. 18. p. 86. n. 356. nature de ces forces. p. 186. n. 690. *& ſuiv.* comment elles diférent des preſſions. p. 190. n. 715. *& ſuiv.* leurs meſures. p. 191. n. 721. *& ſuiv.* p. 302. n. 1152. leur action, & leur deſtruction. p. 216. n. 817. *& ſuiv.* comparaiſon des forces. p. 198. n. 747. *& ſuiv.* détruites par le Choc des Corps. p. 242. n. 934. *& ſuiv.* p. 259. n. 1009. *& ſuiv.* p. 272. n. 1062. *& ſuiv.* p. 313. n. 1179. *& ſuiv.* p. 324. n. 1212. *& ſuiv.* des pendules. p. 210. n. 792. *& ſuiv.* communiquées par le reſſort des Corps. p. 281. n. 1087. *& ſuiv.*
—— centrales. *Voiez* Centrales.
—— Action des forces obliques. I. p. 53. n. 250.
FOUDRES, leur cauſe. II. p. 106. n. 2566.
FOYER des raïons de lumière. II. p. 167. n. 2875. *& ſuiv.*
FROID, en quoi il conſiſte. II. p. 113. n. 2600. *& ſuiv.*
FROTTEMENT, il eſt très utile dans les vis. I. p. 63. n. 285.
—— il retarde la viteſſe des fluides jailliſſans. I. p. 424. n. 1591. manière de remédier à cela. p. 424. n. 1596. *& ſuiv.*
FULMINATION, quand elle a lieu. II. p. 105. n. 2561.
FUME'E, elle eſt combuſtible. II. p. 104. n. 2552. *& ſuiv.*

FUSE'ES, leur mouvement. II. p. 83. n. 2447.
FUSION, ce que c'eſt. II. p. 102. n. 2538.

G.

GOUTTES de liqueurs, leur figure ſphérique prouve l'attraction. I. p. 18. n 76. *& ſuiv.*
GRANDEUR apparente d'un objet, d'où elle dépend. II. p. 211. n. 3117. *& ſuiv.*
—— apparente dans le Téleſcope Newtonien. II. p. 258. n. 3354. dans le Téleſcope Gregorien. p. 261. n. 3373. *& ſuiv.* p. 268. n. 3406.
GRAVITATION ſur une Sphère. II. p. 383. n. 4082. p. 385. n. 4100. *& ſuiv.*
GRAVITE', ce que c'eſt. I. p. 33. n. 148. II. p. 377. n. 4051. Phénomènes de gravité. I. p. 33. n. 147. 150. 152. elle agit de la même manière ſur un Corps en mouvement que ſur un Corps en repos. p. 90. n. 371. elle n'eſt pas la même par tout. p. 104. n. 430. II. p. 380. n. 4075. p. 382. n. 4080. p. 397. n. 4149. p. 432. n. 4310. p. 446. n. 4433. *& ſuiv.* elle varie à la ſuperficie de diférens Corps. p. 383. n. 4083. *& ſuiv.* elle eſt univerſelle. p. 376. n. 4047. elle ne dépend d'aucune impulſion connue. p. 385. n. 4099.
—— des particules des fluides. I. p. 378. n. 1411. éfets de cette gravité. *ibid.* n. 1414. *& ſuiv.*
—— ſpécifique. I. p. 391. n. 1468. *& ſuiv.* reſpective. p. 397. n. 1491.
—— détermination de la gravité en diférens lieux. II. p. 446. n. 4432 *& ſuiv.* Loi que ſuit la diminution de la gravité. p. 441. n. 4393. *& ſuiv.*
—— Centre de Gravité. *Voiez* Centre.
—— Gravités dans les Superficies des Planètes. II. p. 401. n. 4166. dans la ſuperficie de la Terre & de la Lune. p. 458. n. 4509.
GREGORI, ſes Téleſcopes. *Voiez* Téleſcopes.

H.

HALLEY défend le ſentiment de Roëmer. II. p. 119. n. 2631.
HAUTEUR du Pole. II p. 362. n. 3947.
—— d'un Aſtre au-deſſus de l'Horizon. II. p. 359. n. 3921.
HELIOSTATE qui ſert à fixer les rayons ſolaires. II. p. 127. n. 2660. *& ſuiv.*
HERON, fontaine qui porte ſon nom. *Voiez* Fontaine.
HE'TEROGE'NE. *Voiez* Corps.
HEURES, parties du jour. II. p. 365. n. 3970.
HOMOGE'NE. *Voiez* Corps.
HOOK a augmenté la denſité du Cuivre en y mêlant de l'Etain. I. p. 418. n. 1573.
HORIZON, ce que c'eſt. II. p. 358. n. 3907. droit. p. 364. n. 3960. oblique. p. 362. n. 3946. parallèle. *ibid.* n. 3945.
HUIGENS, remarques qu'il a faites ſur les Téleſcopes. II. p. 231. n. 3228. p. 271. n. 3423.
HUILE eſt attirée par le Verre. I. p. 21. n. 85. p. 27. n. 110. ſert d'aliment au Feu. II. p. 104. n. 2550.
HUMEUR aqueuſe. II. p. 203. n. 3067. vitrée. *ibid.*
—— criſtalline. II. p. 202. n. 3065. ſa ſituation & ſa figure changent. p. 207. n. 3094. *& ſuiv.*
HYDRAULIQUES, Machines Hydrauliques. *Voiez* Machines.

I.

JET des Corps. I. p. 135. n. 540. *& ſuiv.* II. p. 397. n. 4150. ſon amplitude. *Voiez* Amplitude. Manière de déterminer ſa direction. I. p. 138. n. 548.
IMAGES qui ſe peignent dans l'Oeil. II. p. 203. n. 3070. *& ſuiv.*
IMPE'NE'TRABILITE'. *Voiez* Solidité.
INCIDENCE, Angle d'Incidence. *Voiez* Angle.
INERTIE d'un Corps. I. p. 4. n. 19. comment elle difère de la force. p. 186. n. 691.

INFINI eſt contenu dans le fini. I. p. 9. n. 45. *& ſuiv.* tous les infinis ne ſont pas égaux. p. 12. n. 53. claſſes d'infinis. *ibid.* n. 55. *& ſuiv.*
INTENSITE' d'une Puiſſance. *Voiez* Puiſſance.
—— du ſon. *Voiez* Son.
JOUR artificiel. II. p. 365. n. 3975. naturel. p. 364. n. 3964.
— lunaire. II. p. 451. n. 4462.
— différence des jours ſuivant la poſition de la Sphère. II. p. 366. n. 3979. *& ſuiv.*
IRIS, ſa formation. II. p. 305. n. 3577. *& ſuiv.* p. 309. n. 3591. *& ſuiv.* p. 311. n. 3601. *& ſuiv.* pourquoi on en voit deux. p. 310. n. 3599. p. 312. n. 3611. *& ſuiv.*
ISLES, comment elles ſe forment dans les Fleuves. I. p. 455. n. 1720.
JUPITER, Planète. II. p. 332. n. 3731. il paroit toujours rond. p. 346. n. 3820. ſon axe eſt plus court que ſon diamètre. p. 433. n. 4313. ſon action ſur Mars. p. 408. n. 4197. ſur Saturne. p. 378. n. 4062. p. 406. n. 4190. ſur le Soleil. p. 407. n. 4192. il a des Satellites. p. 333. n. 3744.

L.

LAMES élaſtiques, leur allongement. I. p. 357. n. 1322. *& ſuiv.* leurs inflexions. p. 360. n. 1336. *& ſuiv.* comment une lame de métal acquiert & perd l'Elaſticité. p. 347. n. 1282.
—— minces, leur couleur. II. p. 314. n. 3620. *& ſuiv.* d'où dépend cette couleur. p. 317. n. 3634. *& ſuiv.*
LANTERNE magique, ſa deſcription. II. p. 272. n. 3424. *& ſuiv.* en quoi conſiſte ſa perfection. p. 275. n. 3435.
LATITUDE d'un Corps céleſte. II. p. 341. n. 3789.
—— d'un lieu ſur la Terre. II. p. 361. n. 3937. Cercles de latitude. *ibid.* n. 3938. dégrés de latitude. *Voiez* Dégrés.
LENTILLE de Verre. II. p. 191. n. 3000. ſon axe. p. 192. n. 3002. objective & oculaire. p. 224. n. 3185.
—— propriétés des lentilles convexes. p. 192. n. 3007. p. 193. n. 3010. *& ſuiv.* des concaves. p. 192. n. 3008. p. 194. n. 3019. *& ſuiv.* de celles qui ſont taillées à facettes. p. 218. n. 3156.
LEVE'ES, leur éfet dans le lit des Fleuves. I. p. 457. n. 1734. *& ſuiv.*
LEVER d'un Aſtre. II. p. 359. n. 3910.
LEVIER, première des Machines ſimples. I. p. 48. n. 232. *& ſuiv.* compoſé. p. 66. n. 293.
— quand il produit le plus grand éfet. I. p. 123. n. 495. *& ſuiv.* ſon Expoſant. p. 129. n. 522. *& ſuiv.*
— actions entières de diférens leviers. I. p. 126. n. 510.
LIEU, vrai. I. p. 28. n. 113. relatif. *ibid.* n. 114.
— apparent d'un Aſtre. II. p. 338. n. 3774.
LIGAMENS ciliaires. II. p. 202. n. 3066.
LIGNE de la plus courte deſcente. I. p. 108. n. 453. p. 119. n. 483. *& ſuiv.*
— de figure. I. p. 232. n. 870. de cavité. *ibid.* n. 871. de viteſſe. *ibid.* 874. de tems. p. 233. n. 875.
— lignes cauſtiques. *Voiez* Cauſtiques.
LIQUIDES, changemens de leurs couleurs. II. p. 325. n. 3676. *& ſuiv.*
LOGARITHMIQUE, propriétés de la courbe qui porte ce nom. I. p. 517. n. 1992. *& ſuiv.* propriété de la ſpirale logarithmique. I. p. 10. n. 47. *& ſuiv.*
LOIX de la Nature. I. p. 2. n. 6. *& ſuiv.* par leſquelles on peut expliquer ce qui regarde le mouvement. I. p. 85. n. 355. *& ſuiv.* II. p. 376. n. 4047.
LONGITUDE d'un Corps céleſte. II. p. 341. n. 3788.
—— d'un lieu ſur la Terre. II. p. 361. n. 3941.
LUMIE'RE, ce qu'on entend par ce mot. II. p. 77. n. 2412. peut elle ſubſiſter ſans chaleur? p. 78. n. 2418. elle eſt produite par la même cauſe que la chaleur. p. 75. n. 2395. actions que divers Corps déploient ſur elle. p. 159. n. 2829. *& ſuiv.* elle peut traverſer la pluſpart des Corps. p. 277. n. 3443. *& ſuiv.* ſa Reflexion. *Voiez* Reflexion. Sa Refraction. *Voiez* Refraction. Son mouvement ſe fait en lignes droites. p. 77. n. 1411. Viteſſe de ſon mouvement. p. 117. n. 2622. *& ſuiv.* propagation de ce mouvement.

ment. p. 116. n. 2617. *& ſuiv.* quel tems elle emploie à venir du Soleil. p. 121. n 2638. p. 126. n. 2655. celle de la Lune n'a point de chaleur. p. 79. n. 2422. ſon mouvement à travers un milieu plus refringent. p. 191. n. 2998. *& ſuiv.*

LUMIE'RE, Raïons de Lumière. II. p. 116. n. 2611. ce qui leur arrive en paſſant par diférens milieux. p. 150. n. 2787. *& ſuiv.* ils ſont attirés par les Corps. p. 136. n. 2723. *& ſuiv.* p. 149. n. 2780.

LUMINEUX, Corps auxquels on donne ce nom. II. p. 77. n. 2411. p. 116. n. 2613.

LUNAISON, ce que c'eſt. II. p. 348. n. 3834.

LUNE, ſes phénomènes. II. p. 318. n. 3831. *& ſuiv.* ſa denſité. p. 401. n. 4161. p. 457. n. 4504. *& ſuiv.* ſa diſtance de la Terre. p. 381. n. 4077. p. 400. n. 4161. p. 401. n. 4173. p. 422. n. 4254. p. 431. n. 4305. diſtance à laquelle elle pourroit faire ſa revolution autour de la Terre ſi celle-ci étoit en repos. p. 399. n. 4156. p. 403. n. 4177. Inclinaiſon de ſon Axe. p. 357. n. 3904. p. 460. n. 4522. ſes Eclipſes. p. 350. n. 3844. *& ſuiv.* ſa figure. p. 458. n. 4511. *& ſuiv.*

— ſon mouvement. II. p. 333. n. 3740. *& ſuiv.* ſon mouvement autour de ſon Axe. p. 460. n. 4519. *& ſuiv.* éfets de ce mouvement. p. 356. n. 3899. *& ſuiv.* p. 460. n. 4518. explication phyſique de ſon mouvement. p. 412. n. 4210. *& ſuiv.* changemens qui arrivent à ſon orbite. p. 422. n. 4252. *& ſuiv.* force qui la retient dans ſon orbite. p. 380. n. 4076. *& ſuiv.* chemin qu'elle parcourt dans une minute. p. 381. n. 4077. ſa gravité relativement à la Terre. *ibid.* n. 4077. p. 400. n. 4162. p. 414. n. 4219. *& ſuiv.* p. 431. n. 4304.

— elle dérange le mouvement de la Terre. II. p. 413. n. 4212.

— ſon tems périodique. II. p. 400. n. 4161.

— nouvelle Lune. II. p. 349. n. 3838. pleine Lune. *ibid.* n. 3839.

M.

MACHINE pour faire les Expériences du Levier, dont on ſe ſert pour tranſporter les poids. I. p. 50. n. 243. pour démontrer l'action des forces obliques, & du Levier tiré horizontalement. p. 53. n. 250. *& ſuiv.* pour démontrer les propriétés du Coin. p. 60. n. 279. pour démontrer ce qui a rapport à un point tiré de différens cotés. p. 76. n. 330. où des poids ſont ſoutenus par des puiſſances obliques. p. 78. n. 335. pour démontrer les propriétés du plan incliné. p. 80. n. 342. pour comparer le mouvement des Corps qui montent, avec celui des Corps qui deſcendent. p. 96. n. 395. pour comparer entr'elles les Viteſſes des Corps qui tombent. p. 97. n. 402. pour comparer la deſcente par une Cycloide, avec la deſcente par une ligne droite. p. 108. n. 454. pour faire des Expériences ſur le jèt des Corps. p. 136. n. 543. pour faire des Expériences touchant les forces centrales. p. 143. n. 567. *& ſuiv.* pour faire les Expériences d'un Pendule mu par un reſſort. p. 193. n. 732. *& ſuiv.* pour démontrer ce qui regarde les forces inhérentes & le Choc des Corps. p. 200. n. 760. *& ſuiv.* pour comparer enſemble les forces des Corps qui tombent directement. p. 221. n. 833. pour relacher un reſſort plié entre des Corps ſuſpendus. p. 282. n. 1090. pour faire des Expériences ſur la percuſſion oblique & compoſée. p. 307. n. 1168. pour découvrir les Loix de l'Elaſticité. p. 351. n. 1297. pour démontrer ce qui regarde la preſſion des fluides. p. 383. n. 1433. pour démontrer la preſſion laterale des fluides. p. 387. n. 1446. pour comparer enſemble les denſités des fluides. p. 410. n. 1546. p. 412. n. 1554. pour comparer enſemble les denſités des ſolides. p. 414. n. 1559. pour faire l'eſſai des Monnoyes. p. 416. n. 1567. pour faire des Expériences touchant les fluides jailliſſans. p. 421. n. 1584. pour démontrer ce qui a rapport au jèt oblique des fluides.

des. p. 428. n. 1614. pour démontrer la preſſion laterale des fluides en mouvement. p. 470. n. 1787. pour faire des Expériences ſur les réſiſtances des fluides. p. 491. n. 1897. pour démontrer les retardations des pendules. p. 516. n. 1990.

MACHINE pour comparer enſemble les dilatations de l'Air, & les forces qui le compriment. II. p. 6. n. 2102. pneumatique. p. 17. n. 2139. *& ſuiv. Voiez encore* Pneumatique. pour faire des Expériences dans l'Air condenſé. p. 34. n. 2216. pour laiſſer tomber des Corps dans le Vuide. p. 41. n. 2241. pour démontrer ce qui regarde le Son. p. 59. n. 2320. pour faire tourner des Globes de Criſtal. p. 87. n. 2459. pour faire tourner des Corps dans le Vuide. p. 92. n. 2476. p. 93. n. 2483. pour fixer les raïons du Soleil, *Voiez* Hélioſtate. pour démontrer l'attraction & la repulſion de la Lumière. p. 137. n. 2728. diverſes Machines pour faire des Expériences ſur la refraction de la Lumière. p. 143. n. 2755. *& ſuiv.*

MACHINES ſimples. I. p. 48. n. 232. *& ſuiv.* compoſées. p. 65. n. 290. *& ſuiv.*

——— leur uſage. I. p. 122. n. 490. *& ſuiv.* manière de trouver leurs expoſans. p. 129. n. 521. *& ſuiv.*

——— hydrauliques. I. p. 474. n. 1810. *& ſuiv.* elles ſont imparfaites quand l'Eau en ſort à différentes repriſes. p. 479. n. 1840. actions qu'on leur applique. p. 480. n. 1842. *& ſuiv.*

MAIRAN (de), ſa meſure d'un Pendule qui bat les Secondes à Paris. II. p. 435. n. 4334. p. 444. n. 4416.

MARALDI a combatu le ſentiment de Roëmer. p. 120. n. 2633.

MARIOTTE a démontré un Paradoxe méchanique. I. p. 83. n. 351. il a déterminé la quantité d'Eau qui ſort d'un Vaſe par une ouverture donnée. p. 445. n. 1664. Expérience qu'il a faite ſur la dilatation d'un fluide élaſtique. II. p. 15. n. 2133. il a mal fait une Expérience ſur les Couleurs. p. 295. n. 3533.

MARS Planète. II. p. 332. n. 3730. il paroit quelque fois relevé en boſſe. p. 347. n. 3821.

MASSES déſignent la quantité de matière dans les Corps. I. p. 198. n. 748.

MATIÈRE, elle eſt diviſible à l'infini. I. p. 7. n. 32. *& ſuiv.*

——— céleſte. II. p. 389. n. 4119. *& ſuiv.*

MAUPERTUIS (de), il a décrit les meſures priſes pour déterminer la figure de la Terre. II. p. 444. n. 4415.

MENISQUE, ce que c'eſt. II. p. 192. n. 3001.

MER, diſpoſition de ſa ſuperficie. II. p. 434. n. 4324.

— ſon flux & reflux. II. p. 451. n. 4463. *& ſuiv.* il dépend de l'action du Soleil & de la Lune. p. 450. n. 4456. *& ſuiv.* forces de cette action. p. 454. n. 4486. *& ſuiv.* p. 457. n. 4503. ce flux & reflux n'eſt pas le même par tout. p. 451. n. 4461. ni en tout tems. *ibid.* p. 452. n. 4474. *& ſuiv.*

MERCURE ou Vif-Argent, il contient du Feu. II. p. 94. n. 2489. *& ſuiv.* manière de le purifier. p. 96. n. 2495. il s'unit à l'Or & à l'Etain. I. p. 21. n. 86. il repouſſe le Fer. *ibid.* n. 87. il eſt repouſſé par le Verre. p. 22. n. 90. ſa denſité. p. 415. n. 1563. hauteur d'une colomne de Mercure ſoutenue par l'Air. II. p. 3. n. 2085.

——— Planète. II. p. 331. n. 3727.

MÉRIDIENNE, ligne qui porte ce nom. II. p. 359. n. 3914.

MÉRIDIENS, cercles qui portent ce nom. II. p. 354. n. 3881. Méridien d'un lieu. p. 361. n. 3934. premier Méridien. *ibid.* n. 3940.

MESURE des forces, tirée de leur génération. I. p. 191. n. 721. *& ſuiv.*

MÉTAUX, ſolution d'un problème ſur le mèlange de deux Métaux. I. p. 417. n. 1570. *& ſuiv.*

MICROSCOPE ſimple. II. p. 221. n. 3173. compoſé. p. 222. n. 3180. *& ſuiv.* champ d'un Microſcope. *ibid.* n. 3175. p. 224. n. 3188. ouverture d'un Microſcope. p. 224. n. 3186.

MILIEU que la Lumière traverſe. p. 148. n. 2776.

MINUTE, ce que c'eſt. II. p. 365. n. 3970.

MIROIRS ardents. II. p. 246. n. 3300. *& ſuiv.* manière de déterminer leurs diamètres. p. 255. n. 3337. *& ſuiv.*
—— coniques. II. p. 254. n. 3336. cylindriques. *ibid.* plans. p. 240. n. 3263. *& ſuiv.* ſphériques-concaves. p. 245. n. 3295. *& ſuiv.* ſphériques-convexes. p. 241. n. 3268. *& ſuiv.*
MOIS lunaire. II. p. 348. n. 3833. *& ſuiv.*
MOUFLE, ce que c'eſt. I. p. 56. n. 263.
MOUVEMENT, ce que c'eſt. I. p. 27. n. 111. abſolu de pluſieurs Corps. p. 332. n. 1234. *& ſuiv.* accèleré. p. 90. n. 368. 370. *& ſuiv.* retardé. p. 90. n. 369. apparent. II. p. 336. n. 3761. *& ſuiv.* compoſé. I. p. 87. n. 360. p. 300. n. 1147. *& ſuiv.* du centre de gravité. *Voiez* Centre.
—— diurne. II. p. 354. n. 3878. p. 396. n. 4148. on n'en apperçoit point dans les Poles. p. 355. n. 3885.
—— direct. II. p. 330. n. 3715. retrograde. *ibid.* n. 3716.
—— dans une Courbe. I. p. 142. n. 559. *& ſuiv.* dans un Cercle. p. 170. n. 649. *& ſuiv.* dans une Cycloide. p. 113. n. 467. *& ſuiv.* dans une Ellipſe. p. 171. n. 656. *& ſuiv.* dans une Ellipſe mobile. p. 178. n. 668. *& ſuiv.* p. 183. n. 682. dans une orbite mobile. p. 175. n. 660. *& ſuiv.*
—— d'un Pendule. *Voiez* Pendule. d'une Onde. *Voiez* Onde.
—— direction du Mouvement. I. p. 29. n. 122. Loix du Mouvement. p. 85. n. 355. *& ſuiv.* II. p. 376. n. 4047.
—— comment il ſe communique. I. p. 189. n. 710. p. 257. n. 1003. *& ſuiv.*
—— d'un Corps peut ſe reſoudre en deux autres. I. p. 302. n. 1155.
—— des Corps qui tournent autour d'un centre commun de gravité. II. p. 411. n. 4208. *& ſuiv.*
MULTIPLICATION méchanique. I. p. 47. n. 229.
MYOPES, comment ils peuvent remedier au défaut de leurs yeux. II. p. 217. n. 3144.

N.

NADIR, Point dans le Ciel. II. p. 359. n. 3913.
NEIGE fondue avec du Sel marin produit de la glace. II. p. 114. n. 2606.
NERF optique. II. p. 203. n. 3068.
NOEUDS des orbites des Planètes. II. p. 330. n. 3709.
NOIR, les Corps de cette couleur ne reflechiſſent aucune lumière. II. p. 280. n. 3462. ils s'échauffent plus vite que les autres. p. 323. n. 3664.
NOMBRE du centre autour duquel une ligne ſe meut. I. p. 267. n. 1044.
NOUVELLE Lune. II. p. 349. n. 3838.
NUAGES, il y en a deux dans le Ciel qui ſont des aſſemblages d'étoiles. II. p. 374. n. 4040.
NUE'ES, comment elles ſe forment. II. p. 103. n. 2543. leur couleur. p. 326. n. 3682.

O.

OBJETS, comment ils ſe peignent ſur un papier blanc. II. p. 201. n. 3058. & dans l'oeil. p. 204. n. 3075.
OBSTACLE mu par une preſſion. I. p. 29. n. 127. *& ſuiv.* p. 187. n. 698.
OCCIDENT, Point de l'Occident. II. p. 359. n. 3919.
OCCIDENTALE, partie du Monde qui porte ce nom. II. p. 359. n. 3916.
OCTAVE ou diapaſon. II. p. 66. n. 2362.
OEIL, ſa conſtruction. II. p. 202. n. 3061. *& ſuiv.* changemens qui lui arrivent pour que la viſion ne ſoit pas confuſe. p. 206. n. 3089. *& ſuiv.*
— artificiel. II. p. 204. n. 3075.
— défaut dans les yeux des Vieillards. II. p. 216. n. 3139.
— pourquoi un objet vû des deux yeux paroit unique. II. p. 208. n. 3102. *& ſuiv.*
ONDES, leur mouvement. p. 458. n. 1737. manière de déterminer leur viteſſe. p. 460. n. 1749. *& ſuiv.*
— d'Air. II. p. 51. n. 2271.
OPACITE', d'où elle dépend. II. p. 278.

278. n. 3447. *& ſuiv.*
OPAQUES, Corps qui portent ce nom. II. p. 116. n. 2615. comment ils deviennent tranſparens. p. 278. n. 3449. *& ſuiv.*
OPPOSITION des Corps céleſtes. II. p. 341. n. 3794.
OR, ſa denſité. *Voiez* Denſité.
— il eſt fort ductile. I. p. 9. n. 41. p. 15. n. 63.
— ſa gravité ſpécifique, relativement à celle de l'Eau. I. p. 400. n. 1509.
ORBITES des Planètes. *Voiez* Planètes.
OREILLE, ſa ſtructure. II. p. 61. n. 2334. *& ſuiv.*
ORIENT, Point de l'Orient. II. p. 359. n. 3918.
ORIENTALE, partie du Monde qui porte ce nom. II. p. 359. n. 3915.
OSCILLATION. *Voiez* Centre.
OUVERTURES par où l'Eau ſort contribuent à la perfection des Machines hydrauliques. I. p. 476. n. 1821. *& ſuiv.*

P.

PARABOLE, eſt une ligne courbe. I. p. 136. n. 542. p. 138. n. 545. propriété de cette courbe. p. 12. n. 55.
PARADOXE méchanique. I. p. 83. n. 352. *& ſuiv.*
— qui découle d'une propriété des Corps élaſtiques. I. p. 299. n. 1146.
PARALLAXE d'un Aſtre. II. p. 360. n. 3923. *& ſuiv.*
— annuelle. II. p. 372. n. 4025.
PENDULE ſimple. I. p. 99. n. 404. comment ſe font ſes vibrations. *ibid.* p. 405. *& ſuiv.* compoſé. p. 103. n. 424. manière de déterminer ſa force. p. 210. n. 794. calcul de quelques uns de ſes mouvemens. p. 211. n. 801. *& ſuiv.*
— mu par un reſſort. I. p. 193. n. 732. *& ſuiv.* mu dans un fluide. p. 513. n. 1981. *& ſuiv.*
— Angles des Pendules. I. p. 106. n. 440. p. 108. n. 450.
— la longueur des Pendules, qui font un nombre égal de vibrations, n'eſt pas la même par tout. II. p. 435. n. 4334. *& ſuiv.*
— Viteſſes des Pendules. I. p. 105. n. 437. *& ſuiv.*
— forces des Pendules. I. p. 210. n. 792. *& ſuiv.*
— uſage des Pendules dans les Horloges. I. p. 104. n. 429.
PENOMBRE, ce que c'eſt. II. p. 352. n. 3863.
PERCEPTIONS, comment elles s'excitent dans l'Ame. II. p. 58. n. 2310. p. 205. n. 3077. *& ſuiv.*
PERCUSSION. *Voiez* Choc. Centre de Percuſſion. *Voiez* Centre.
PE'RIHE'LIE, ce que c'eſt. II. p. 329. n. 3703.
PE'RIODIQUE. *Voiez* Tems.
PESANTEUR. *Voiez* Gravité.
PESER, manière de bien peſer. I. p. 407. n. 1536. *& ſuiv.*
PHE'NOMENES de la Nature. I. p. 1. n. 1. *& ſuiv.*
PHOSPHORE d'urine contient du Feu. II. p. 96. n. 2498. *& ſuiv.* il luit dans le vuide. p. 112. n. 2597. *& ſuiv.*
PHYSIQUE, quel eſt ſon objet. I. p. 1. n. 1. p. 2. n. 5.
PIED de Roi, ce qu'il eſt au pied de Rhin. I. p. 445. n. 1664.
PIERRES qui luiſent dans un lieu obſcur. II. p. 79. n. 2422.
PLAN incliné. I. p. 80. n. 338. *& ſuiv.* deſcente des Corps peſans ſur un tel plan. p. 93. n. 382. *& ſuiv.*
PLANS verticaux à travers leſquels on fait paſſer la lumière. II. p. 146. n. 2768.
PLANE'TES, leur nombre. II. p. 328. n. 3692. leur axe. p. 330. n. 3718. mouvement de cet axe. p. 331. n. 3721. leurs poles. *ibid.* n. 3722. leurs figures. p. 432. n. 4306. *& ſuiv.* p. 439. n. 4375. *& ſuiv.* leur mouvement. p. 330. n. 3711. *& ſuiv.* elles décrivent des Ellipſes. p. 329. n. 3696. p. 405. n. 4184. elles gravitent vers le Soleil. p. 377. n. 4054. *& ſuiv.* leur denſité. p. 398. n. 4152. *& ſuiv.* éfets de leur action mutuelle. p. 405. n. 4186. *& ſuiv.*
— du premier ordre. II. p. 328. n. 3694. diſpoſition de leurs orbites. p. 329. n. 3697. 3706.

PLANE'TES du ſecond ordre. II. p. 328. n. 3695. p. 332. n. 3737. leurs phénomènes. p. 347. n. 3822. & *ſuiv.* leurs mouvemens. p. 333. n. 3739. p. 410. n. 4205. & *ſuiv.*
—— inférieures. II. p. 332. n. 3735. leurs phénomènes. p. 342. n. 3795. & *ſuiv.*
—— ſupérieures. II. p. 332. n. 3734. leurs phénomènes. p. 345. n. 3815. & *ſuiv.*
—— retrogrades. II. p. 343. n. 3801. ſtationaires. *ibid.* n. 3802.
PLEINE Lune. II. p. 349. n. 3839.
PLONGEURS, machines dont ils ſe ſervent. II. p. 38. n. 2232.
PLUYE, comment elle ſe forme. II. p. 103. n. 2543.
PNEUMATIQUE, machine qui porte ce nom. II. p. 16. n. 2136. & *ſuiv.* Machine pneumatique ſimple. p. 21. n. 2158. & *ſuiv.* diférence qu'il y a entre les machines pneumatiques. p. 17. n. 2138.
POIDS d'un Corps. I. p. 33. n. 149. & *ſuiv.* ſoutenu par une puiſſance oblique. p. 77. n. 332. & *ſuiv.* ſon action pour mouvoir une balance. p. 39. n. 185.
— manière de déterminer les poids des Corps. I. p. 404. n. 1520. & *ſuiv.*
— raiſons des poids avec les volumes & les denſités. I. p. 392. n. 1465.
— poids perdus par des Corps plongez dans des fluides. I. p. 397. n. 1493. & *ſuiv.* p. 410. n. 1545.
POINT lumineux. II. p. 167. n. 2869. de diſperſion des rayons. *ibid.* n. 2871.
POISSONS, il y en a qui ne peuvent pas vivre ſans Air. II. p. 40. n. 2236.
POLAIRES, cercles qui portent ce nom. II. p. 356. n. 3897. & *ſuiv.*
POLES du Monde. II. p. 354. n. 3877. p. 356. n. 3896. leur éloignement des Poles de l'Ecliptique. p. 355. n. 3889. Poles de l'Ecliptique. *Voiez* Ecliptique. Hauteur du Pole. *Voiez* Hauteur.
POMPES ordinaires. II. p. 48. n. 2265.
POSEUR, pièce qui apartient à l'Héliostate. II. p. 130. n. 2683.
POULIE ſimple. I. p. 35. n. 158. dont la chape tourne ſur ſon aiſſieu. *ibid.* n. 160. à queuë platte. p. 36. n. 161.
POULIE, ſon uſage. I. p. 56. n. 259. & *ſuiv.* ſon expoſant. p. 125. n. 502. p. 131. n. 529. & *ſuiv.*
POUND a ſoutenu le ſentiment de Roëmer. II. p. 121. n. 2636.
PRE'CESSION des Equinoxes. *Voiez* Equinoxes.
PRESSION, ce que c'eſt. I. p. 29. n. 123. elle engendre de la force. p. 187. n. 696. & *ſuiv.* elle diffère de la force. p. 190. n. 714. & *ſuiv.* elle fait tenir enſemble les parties des Corps. p. 241. n. 926.
—— des fluides. I. p. 378. n. 1413. & *ſuiv.* p. 382. n. 1430. & *ſuiv.* p. 392. n. 1468. & *ſuiv.* viteſſe qu'elle communique au fluide inférieur. p. 418. n. 1574. & *ſuiv.*
PRISME fait d'un Caillou du Breſil. II. p. 292. n. 3519.
PRISMES avec des ſoutiens. II. p. 296. n. 3529. p. 299. n. 3552. & *ſuiv.*
PROBLE'ME d'Archimède reſolu. I. p. 417. n. 1570.
PROJECTION. *Voiez* Jèt.
PROPORTION, règle de proportion faite méchaniquement. I. p. 47. n. 231.
PRUNELLE, ce que c'eſt. II. p. 202. n. 3064.
PUISSANCE, ce que c'eſt. I. p. 29. n. 123. directe. p. 70. n. 308. oblique. *ibid.* n. 309. & *ſuiv.* intenſité d'une puiſſance. p. 30. n. 130.
—— manière de comparer entr'elles les actions des puiſſances. I. p. 29. n. 124. & *ſuiv.*

Q.

QUARREZ des nombres naturels, leur ſomme. I. p. 133. n. 534.
QUARTE ou diateſſaron. II. p. 66. n. 2364.
QUINTE ou diapente. II. p. 66. n. 2363.

R.

RAYON de lumière. II. p. 116. n. 2611. incident. p. 150. n. 2784. reflechi. p. 234. n. 3238. rompu. p. 150. n. 2785.
— Rayons convergens. II. p. 167. n. 2874.

2874. changemens de leur direction. p. 170. n. 2888. 2891. p. 180. n. 2943. p. 182. n. 2951. p. 183. n. 2961. p. 184. n. 2970. *& ſuiv.*
— Rayons divergens. II. p. 167. n. 2868. 2872. changemens de leur direction. p. 169. n. 2885. *& ſuiv.* p. 179. n. 2936. *& ſuiv.*
— Rayons éficaces. II. p. 307. n. 3581. p. 311. n. 3601. *& ſuiv.* héterogènes. p. 281. n. 3468. homogènes. *ibid.* n. 3466.
— Rayons directs. II. p. 168. n. 2878. directs & peu écartez. p. 177. n. 2927. *& ſuiv.* p. 188. n. 2989.
— Rayons obliques. II. p. 168. n. 2878. leurs différentes refractions. p. 171. n. 2897. *& ſuiv.* p. 174. n. 2906. *& ſuiv.* p. 185. n. 2979. *& ſuiv.* p. 188. n. 2990. *& ſuiv.*
— Rayons parallèles. II. p. 168. n. 2879. p. 179. n. 2934. *& ſuiv.* p. 182. n. 2956. p. 183. n. 2967.
— Refrangibilité des Rayons ſolaires. II. p. 281. n. 3464. *& ſuiv.* couleur de ces Rayons. p. 288. n. 3495. *& ſuiv.* ils ne ſont point changez par la refraction. p. 291. n. 3514. *& ſuiv.* ni par la reflexion. p. 296. n. 3537. *& ſuiv.* manière de les diriger. p. 126. n. 2659. *& ſuiv.*
REACTION eſt égale à l'action. I. p. 87. n. 361.
REFLEXION de la lumière. II. p. 201. n. 3057. p. 233. n. 3235. ſes loix. p. 235. n. 3244. *& ſuiv.* comment elle ſe fait. p. 239. n. 3261.
REFRACTION de la lumière. II. p. 148. n. 2777. *& ſuiv.* ſes loix. p. 153. n. 2804. p. 155. n. 2815. *& ſuiv.* diverſes refractions qui réſultent de la différence des Corps. p. 159. n. 2859. *& ſuiv.*
——— dans des milieux ſéparez par une ſuperficie plane. II. p. 166. n. 2867. *& ſuiv.* dans ceux qui ſont ſéparez par une ſuperficie ſphérique. p. 176. n. 2915. *& ſuiv.* dans des milieux plus refringents. p. 191. n. 2998. *& ſuiv.*
REFRANGIBILITE' des Rayons. *Voiez* Rayons.
REGLES qu'il faut obſerver pour découvrir les loix de la Nature. I. p. 3. n. 9. *& ſuiv.*
REPOS comment il difère du mouvement. I. p. 186. n. 695.
REPULSION, elle a lieu dans la Nature. I. p. 21. n. 87. *& ſuiv.*
—— de la lumière. II. p. 137. n. 2726. *& ſuiv.* ſa cauſe eſt inconnue. p. 143. n. 2753.
RESISTANCE, comment elle diffère de l'action. I. p. 186. n. 695.
—— qu'éprouvent les Corps mus dans les fluides. I. p. 489. n. 1885. *& ſuiv.*
RESSORT, ſon action. I. p. 206. n. 782. *& ſuiv.* comment on peut connoitre qu'il ſe débande en tems égaux. p. 206. n. 784. *& ſuiv.* action par laquelle il eſt plié. p. 361. n. 1340. *& ſuiv.* forces qu'il communique par ſes débandemens. p. 362. n. 1344. ſon action lorſqu'il eſt tranſporté du coté vers lequel il agit. I. p. 297. n. 1140. *& ſuiv.* ou lorſqu'il eſt tranſporté du coté oppoſé. *ibid.* n. 1143. *& ſuiv.*
— ſon action lorſqu'il eſt placé entre deux Corps en repos. I. p. 281. n. 1037. *& ſuiv.*
— qui ſe relache entre des Corps ſuſpendus. I. p. 282. n. 1090. *& ſuiv.*
— ſon action eſt la même quelque tems qu'il emploie à ſe débander. I. p. 193. n. 731. p. 197. n. 745.
— qui meut un pendule. I. p. 195. n. 739.
— ſon action dans les Corps élaſtiques. I. p. 292. n. 1127.
— manière de déterminer ce qui manque à ſon Elaſticité. I. p. 363. n. 1349.
RETARDATION des Corps mus dans des fluides. I. p. 508. n. 1953. *& ſuiv.* p. 519. n. 2002. *& ſuiv.*
RETINE, membrane de l'oeil. II. p. 203. n. 3068.
RIVIERE. *Voiez* Fleuve.
ROBINETS, manière de déterminer la raiſon qu'il y a entre leurs ouvertures. I. p. 493. n. 1905.
ROEMER a déterminé la viteſſe de la lumière. II. p. 117. n. 2621.
ROUE avec ſon aiſſieu. I. p. 54. n. 253. *& ſuiv.* ſon expoſant. p. 124. n. 499. p. 130. n. 526. *& ſuiv.*
— jointe à une poulie. I. p. 68. n. 303.

303. mue par une vis. I. p. 68. n. 304.
ROUES mues par l'impulsion de l'Eau. I. p. 483. n. 1864.

S.

SABLE, changemens qu'il cause dans le cours d'une rivière. I. p. 452. n. 1701. *& suiv.*
SAISONS de l'année. II. p. 369. n. 4008. *& suiv.* d'où dépend leur diversité. p. 368. n. 4002.
SATELLITES. *Voiez* Planètes du second ordre.
SATURNE Planète. II. p. 332. n. 3732. il gravite vers Jupiter. p. 378. n. 4062. p. 407. n. 4194.
—— son anneau. *Voiez* Anneau. Ses Satellites. II. p. 333. n. 3745.
SCLE'ROTIQUE, membrane de l'oeil. II. p. 202. n. 3063.
SECTION d'un Fleuve. *Voiez* Fleuves.
SEGMENS de sphères comparez ensemble. I. p. 230. n. 864. *& suiv.*
SENSATION, comment elle doit être expliquée. II. p. 58. n. 2311. *& suiv.*
SENS, ils ne nous apprennent rien par eux mêmes. II. p. 205. n. 3080. *& suiv.*
SIPHON, son usage. II. p. 46. n. 2258. p. 47. n. 2261.
SOLEIL, c'est un Corps lumineux. II. p. 328. n. 3691. sa densité. p. 401. n. 4168. ses Eclipses. p. 349. n. 3842. *& suiv.* sa longitude. p. 340. n. 3787. ses phénomènes produits par le mouvement de la Terre. p. 339. n. 3779. *& suiv.* il est agité par les Planètes. p. 405. n. 4186. *& suiv.* il gravite vers les Planètes. p. 377. n. 4054. *& suiv.* il tourne sur son axe. p. 331. n. 3719. 3726. p. 353. n. 3874. quand il paroit décrire l'Equateur. p. 355. n. 3891.
SOLIDES élastiques. I. p. 369. n. 1373. *& suiv.*
— plongez dans des fluides. I. p. 392. n. 1468. *& suiv.*
— manière de comparer hydrostatiquement leurs densitez. I. p. 413. n. 1558. *& suiv.*
SOLIDITE' de la matière. I. p. 4. n. 15. p. 5. n. 23. *& suiv.*
SOLSTITIAUX, Points qui portent ce nom. II. p. 366. n. 3983.
SON, comment il se produit. II. p. 58. n. 2309. *& suiv.* comment il parvient à l'oreille. p. 61. n. 2334. son intensité. p. 63. n. 2346. *& suiv.* p. 74. n. 2388. *& suiv.* sa viteſſe. p. 62. n. 2336. *& suiv.* il est augmenté par la reflexion. p. 69. n. 2378. *& suiv.*
SOUFFLET hydrostatique. I. p. 389. n. 1451.
SOUSTRACTION méchanique. I. p. 47. n. 228.
SOUTIEN pour deux prismes. II. p. 296. n. 3539.
SPHE'RE parallèle. II. p. 362. n. 3945. oblique. *ibid.* n. 3946. droite. p. 364. n. 3960.
—— des Etoiles fixes. II. p. 338. n. 3773.
SPIRALE logarithmique. *Voiez* Logarithmique.
SUBTILITE' des parties. I. p. 15. n. 63.
SYSTE'ME planetaire. II. p. 328. n. 3686. idée générale de ce Systême. *ibid.* n. 3690. *& suiv.* explication physique de ce Systême. p. 404. n. 4179. *& suiv.*
SYZYGIES, ce que c'est. II. p. 349. n. 3840.

T.

TABLES dont on peut varier la hauteur. II. p. 147. n. 2774.
TACHES imprimées par des Sphères élastiques. I. p. 369. n. 1375. *& suiv.*
— blanchâtres dans le Ciel. II. p. 375. n. 4044.
TE'LESCOPES astronomiques. II. p. 225. n. 3193. *& suiv.* combien ils augmentent les objets. p. 227. n. 3207. pourquoi ils ne sont pas parfaits. p. 298. n. 3550. manière de déterminer leurs ouvertures & leurs oculaires. p. 232. n. 3229. *& suiv.*
—— catoptriques. II. p. 257. n. 3349. *& suiv.* Gregoriens. p. 260. n. 3364. *& suiv.* leurs agrandissemens. p. 268. n. 3406. *& suiv.*
—— Newtoniens. II. p. 257. n. 3350.

& suiv. comparez entr'eux. p. 267. n. 3402. comparez avec les Gregoriens. n. 269. n. 3410.
TEMS vrai. I. p. 28. n. 116. relatif. *ibid.* n. 118.
— moyen. II. p. 365. n. 3973. Equation du tems. *ibid.*
— périodique. I. p. 152. n. 592.
TERRE, elle eſt environnée d'un fluide. II. p. 2. n. 2077. ſon mouvement. p. 332. n. 3729. elle tourne autour du Soleil. p. 393. n. 4136. *& ſuiv.* elle tourne ſur ſon axe. p. 396. n. 4147. éfets du mouvement de ſon axe. p. 371. n. 4017. *& ſuiv.* explication de ce mouvement. p. 447. n. 4440. *& ſuiv.* inclinaiſon de ſon axe au plan de l'Ecliptique. p. 355. n. 3888. longueur de cet axe. p. 434. n. 4320. figure de la Terre. p. 432. n. 4308. *& ſuiv.* p. 444. n. 4413. *& ſuiv.*
THERMOMETRES, prouvent que la chaleur dilate les Corps ſolides. II. p. 80. n. 2428. *& ſuiv.* ils ſont également affectés par des Corps également chauds. p. 97. n. 2506. *& ſuiv.* p. 98. n. 2514.
TON muſical, d'où il dépend. II. p. 66. n. 2357. *& ſuiv.*
TORRICELLI, tube qui porte ſon nom. II. p. 3. n. 2086.
TRANSPARENT, Corps auquel on donne ce nom. II. p. 116. n. 2614. comment des Corps tranſparens deviennent opaques. p. 279. n. 3454.
TRANSPORT eſt l'éfet de la preſſion. I. p. 30. n. 128.
TROMPETTES parlantes. II. p. 69. n. 2380.
TROPIQUES, cercles qui portent ce nom. II. p. 356. n. 3894.
TUIAUX par leſquels on conduit l'Eau. I. p. 425. n. 1601. *& ſuiv.*

V.

VAPEURS qui ſortent de l'Eau, ſont auſſi chaudes que l'Eau même. II. p. 98. n. 2513. qui s'élèvent en l'Air. p. 103. n. 2543. *& ſuiv.*
VENT, ſon éfet ſur les ailes d'un moulin. I. p. 480. n. 1846.
VENT, ſa viteſſe. II. p. 63. n. 2343.
VENUS Planète. II. p. 331. n. 3728. ſa diſtance du Soleil. p. 400. n. 4158.
VERRE, il attire l'Eau. I. p. 24. n. 99. *& ſuiv.* il eſt environné d'une Atmoſphère que le frottement met en action. II. p. 90. n. 2741. *& ſuiv.*
— ardent. II. p. 198. n. 3051.
— mouvement de la lumière à travers le Verre. II. p. 191. n. 2998. *& ſuiv.*
VIBRATIONS des cordes. I. p. 349. n. 1292. des lames élaſtiques. p. 359. n. 1332. *& ſuiv.*
——des pendules. I. p. 99. n. 404. *& ſuiv.* des pendules dans un fluide. p. 513. n. 1983. *& ſuiv.*
VIS intérieure. I. p. 62. n. 281.
— extérieure. I. p. 62. n. 282.
— ſans fin. I. p. 68. n. 304.
VISION diſtincte. II. p. 206. n. 3087. confuſe. *ibid.* n. 3088.
—— à travers des Verres. II. p. 213. n. 3126. *& ſuiv.*
VITESSE, ce que c'eſt. I. p. 28. n. 119. acquiſe. p. 90. n. 372. p. 187. n. 697. reſpective. p. 240. n. 917. la plus grande qu'un Corps puiſſe acquerir. p. 512. n. 1979.
UNISON conſonance ainſi appellée. II. p. 66. n. 2361.
UNIVERS, il eſt dirigé ſuivant certaines loix. I. p. 2. n. 4.
VOLUMES des Corps. I. p. 391. n. 1464. *& ſuiv.*
VOYE lactée. II. p. 374. n. 4038.
VUE, en quoi elle conſiſte. p. 204. n. 3076. *& ſuiv.*
UVE'E tunique de l'oeil. II. p. 202. n. 3064.
VUIDE, il y en a dans la nature. I. p. 5. n. 21. *& ſuiv.* II. p. 389. n. 4120. *& ſuiv.*

Z.

ZE'NITH, ce que c'eſt. II. p. 359. n. 3912.
ZODIAQUE, ce que c'eſt. II. p. 341. n. 3791. Signe du Zodiaque. p. 340. n. 3783. p. 373. n. 4029.
ZONES, il y en a cinq. II. p. 367. n. 3987. *& ſuiv.*

FIN.

TAB. LXIII.

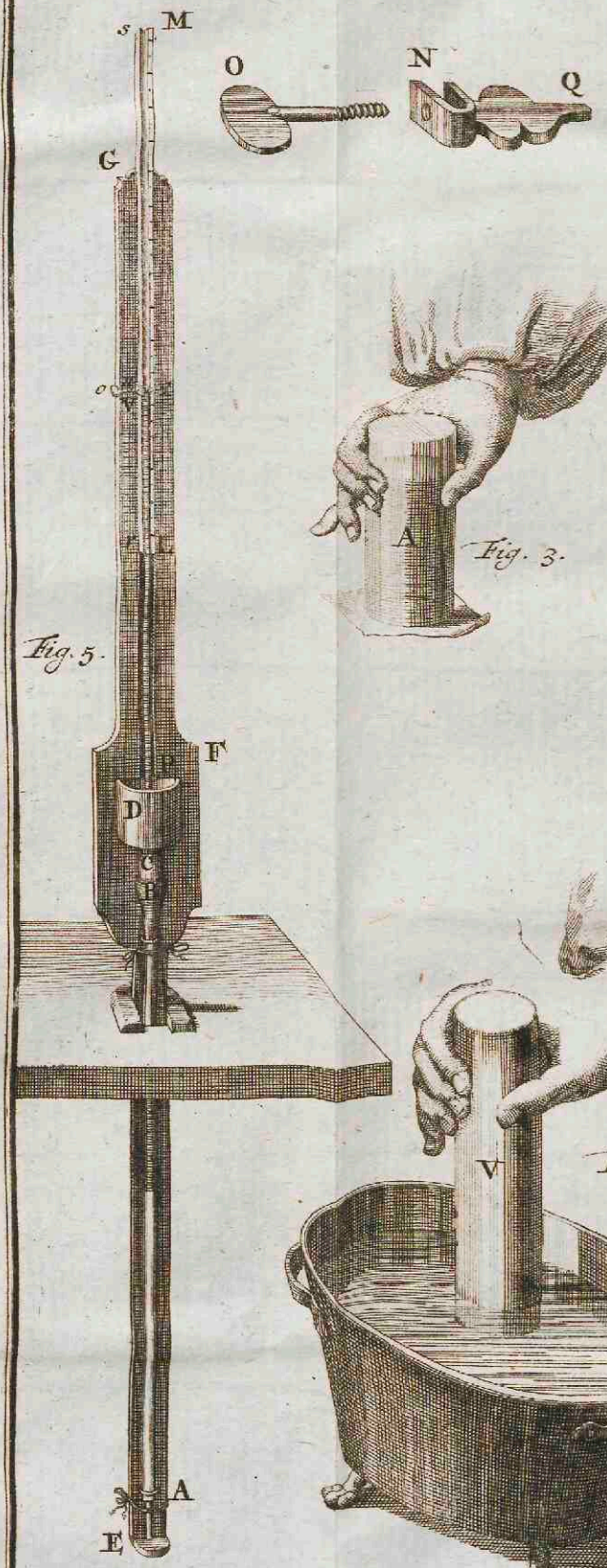


Fig. 5.

Fig. 3.



Fig. 2.

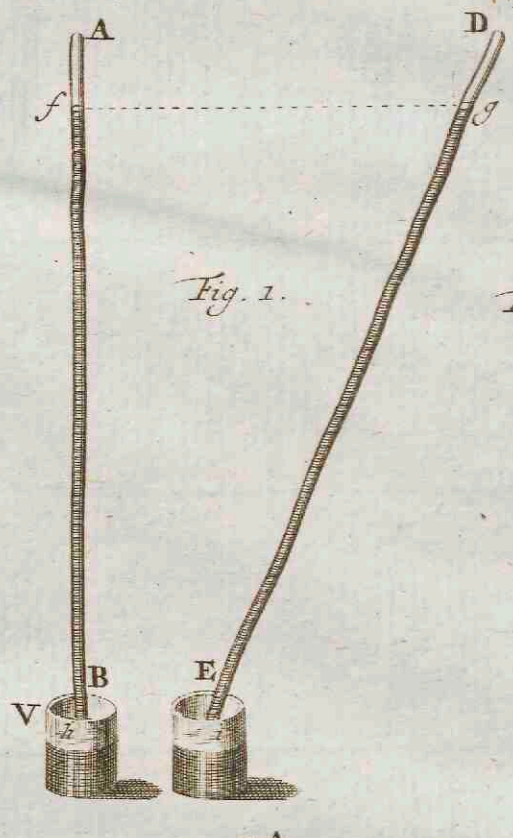


Fig. 1.

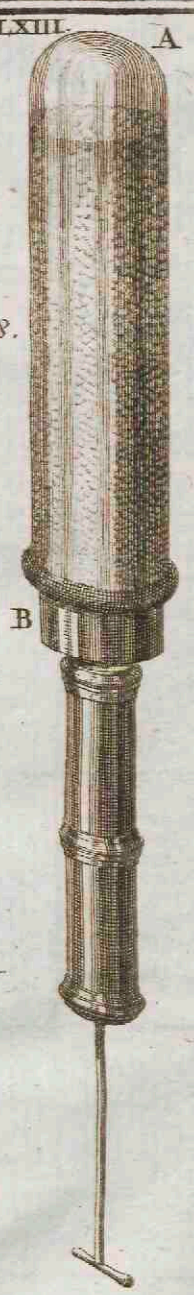


Fig. 8.

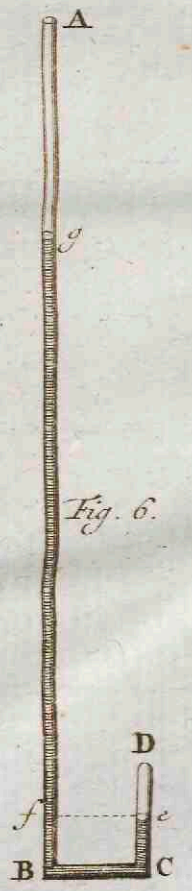


Fig. 6.



Fig. 4.

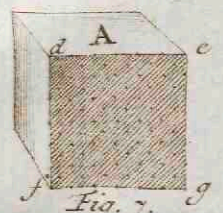
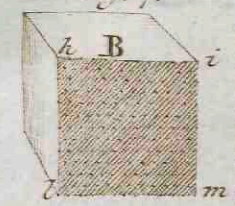
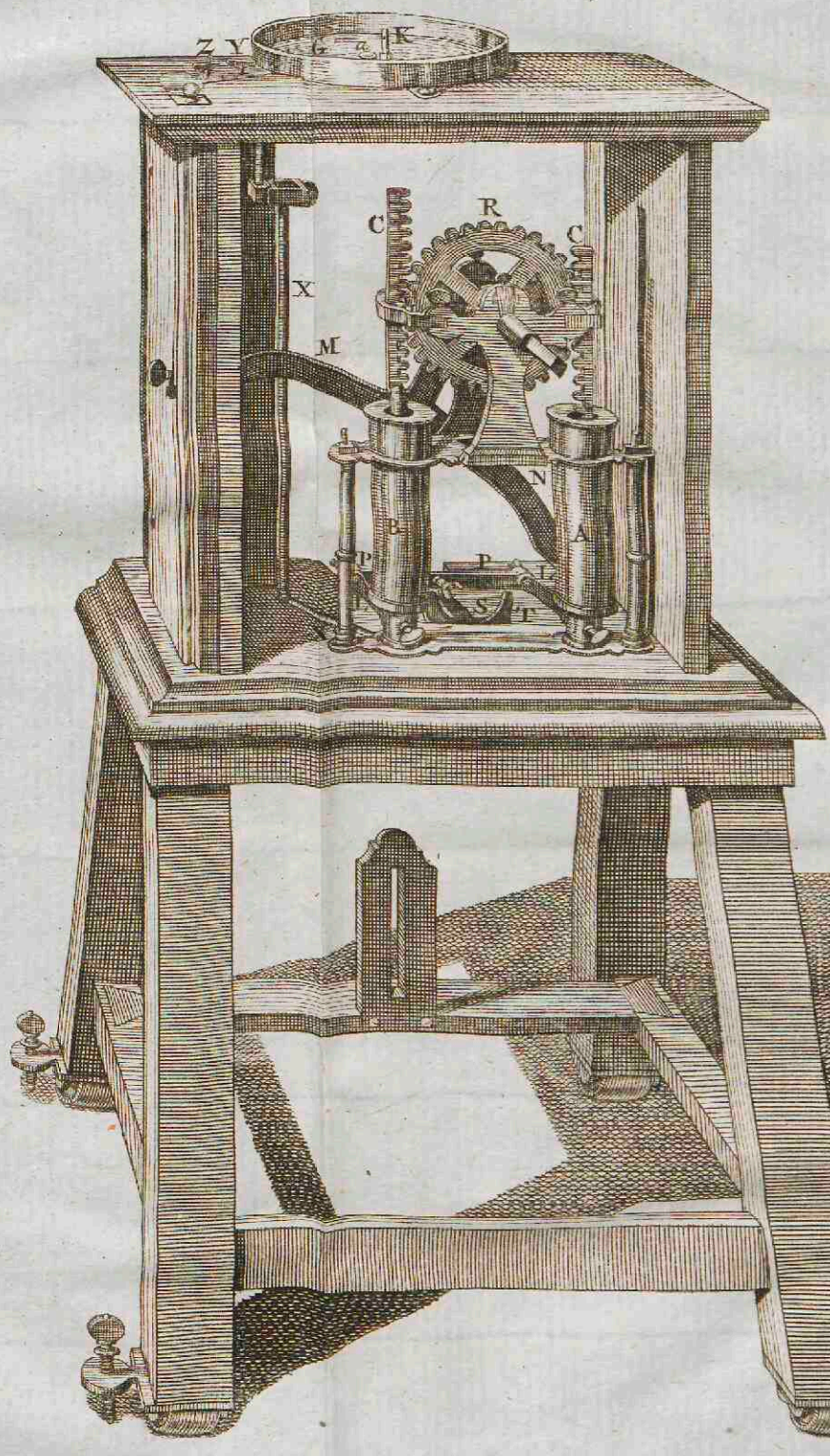
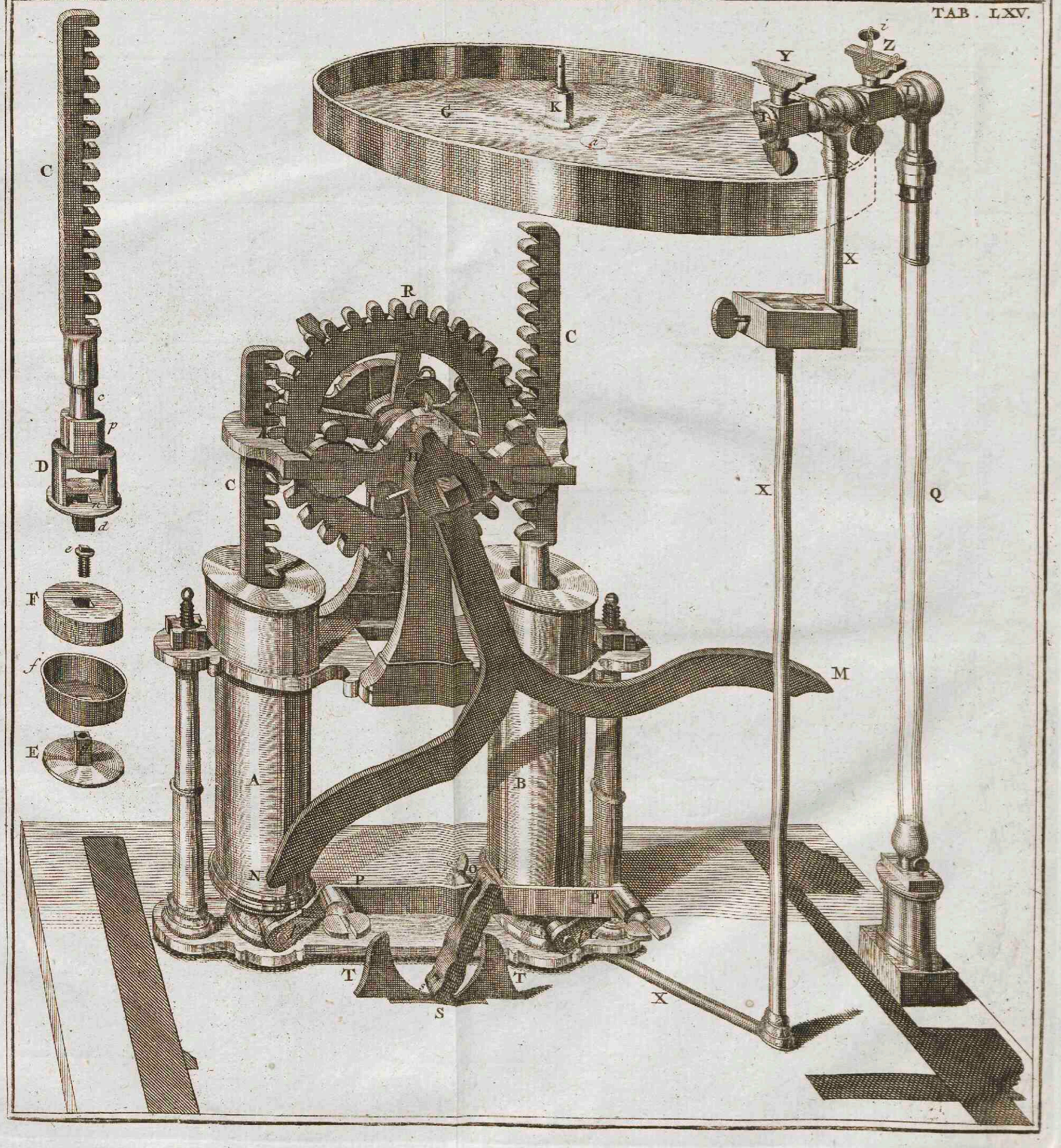


Fig. 7.

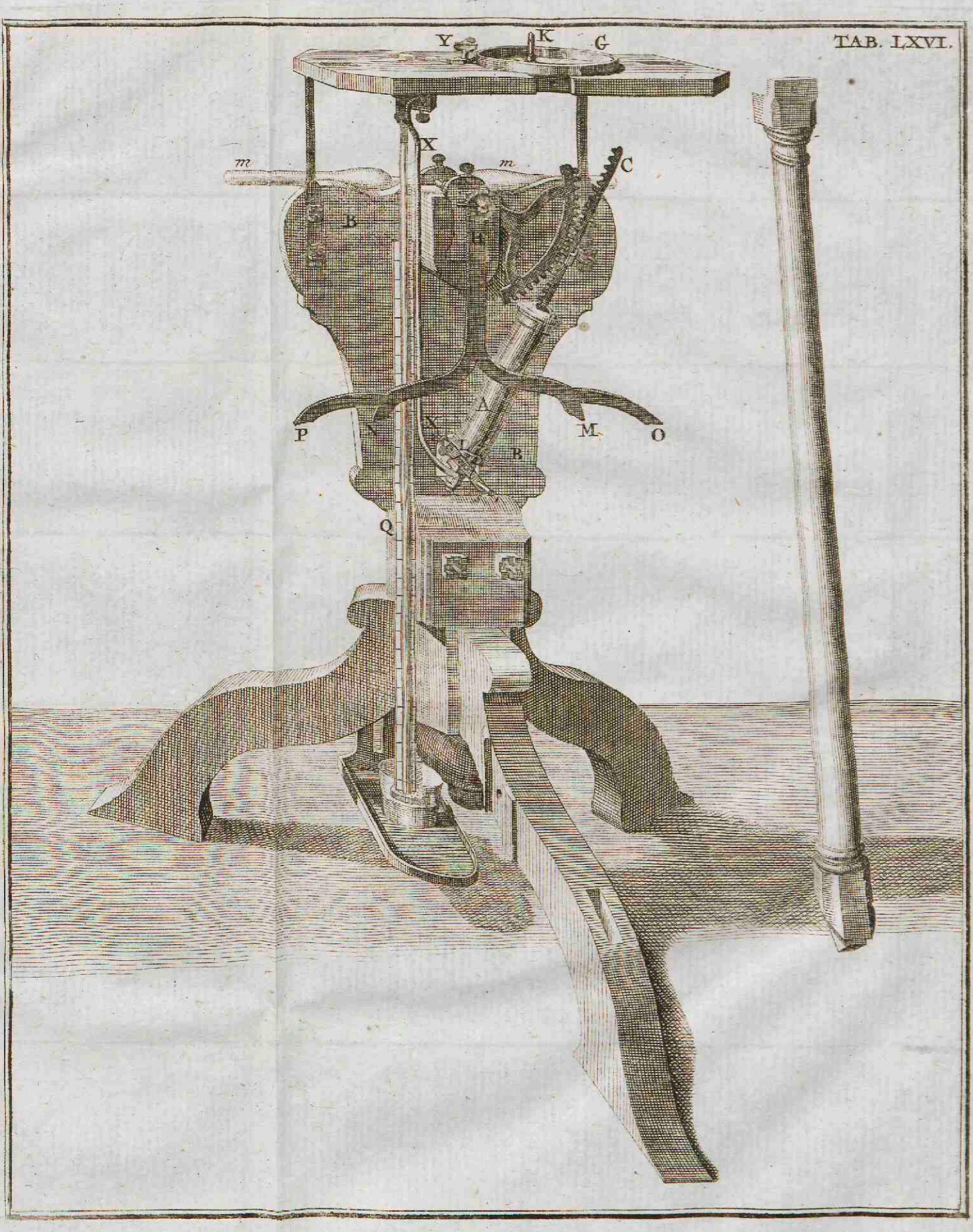



Z
Y
G
a
K
C
R
C
X
M
N
B
A
P
P
L
S
T


m
m


C
c
p
D
d
e
F
f
E
G
K
Y
Z
i
X
R
C
C
M
X
Q
A
B
N
P
O
P
T
T
S
X

TAB. LXVI.



TAB. LXVII.

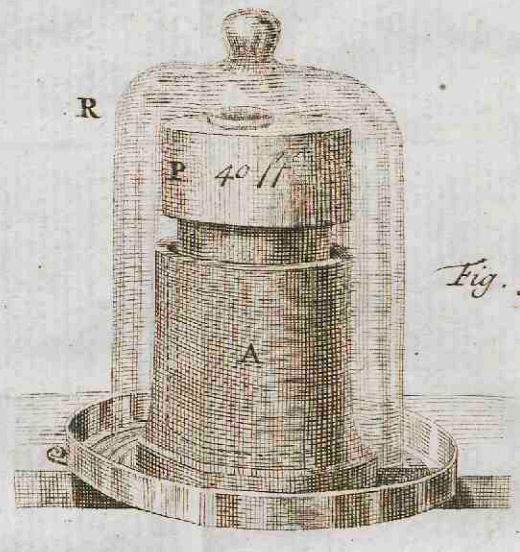


Fig. 3.

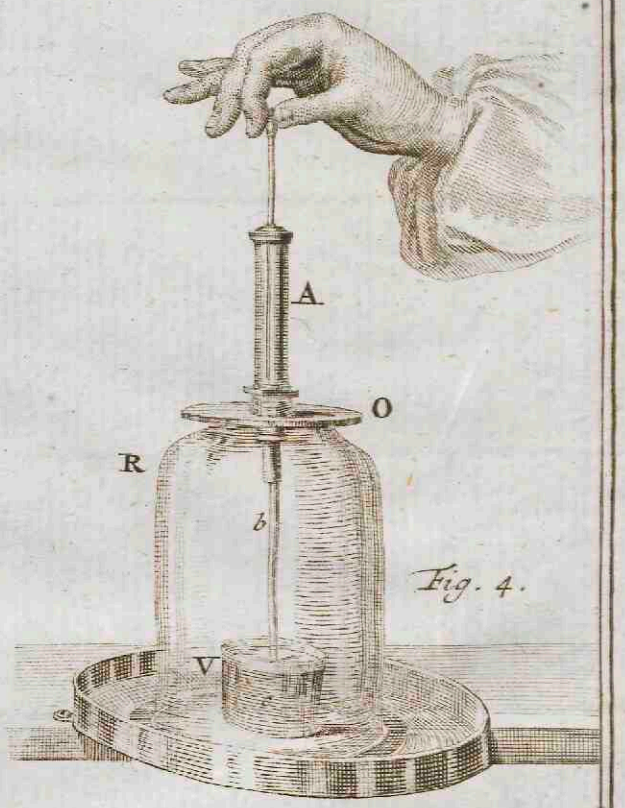


Fig. 4.

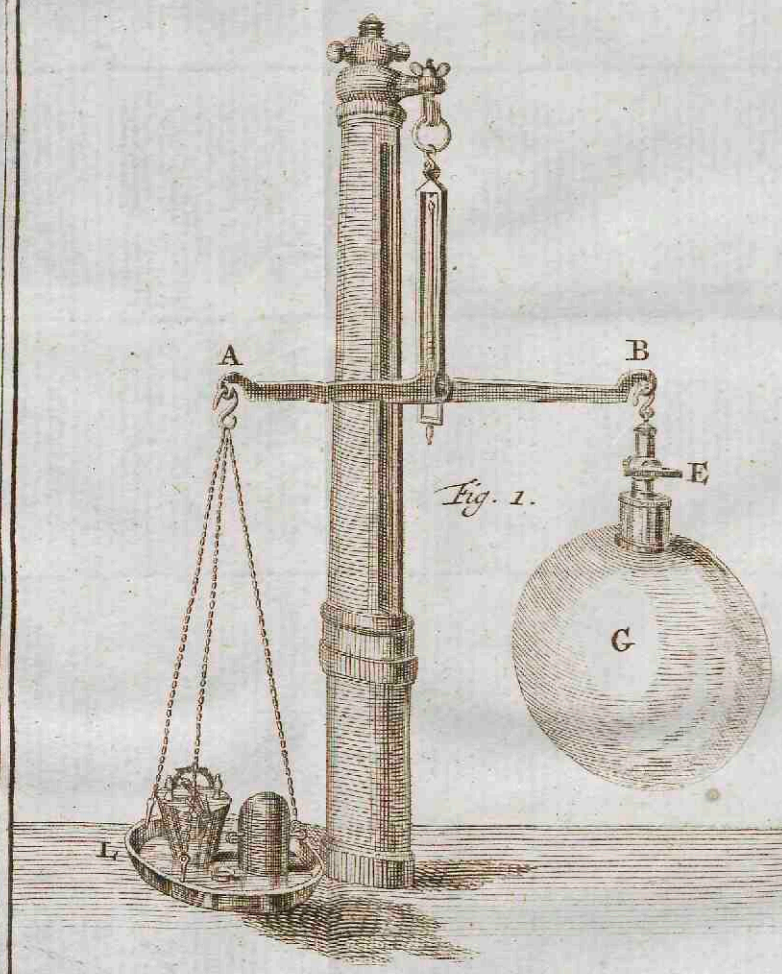
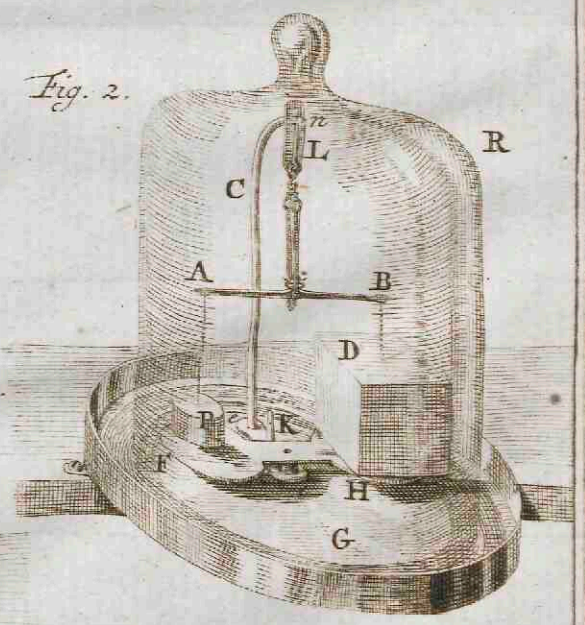


Fig. 1.

Fig. 2.



TAB. LXVIII.

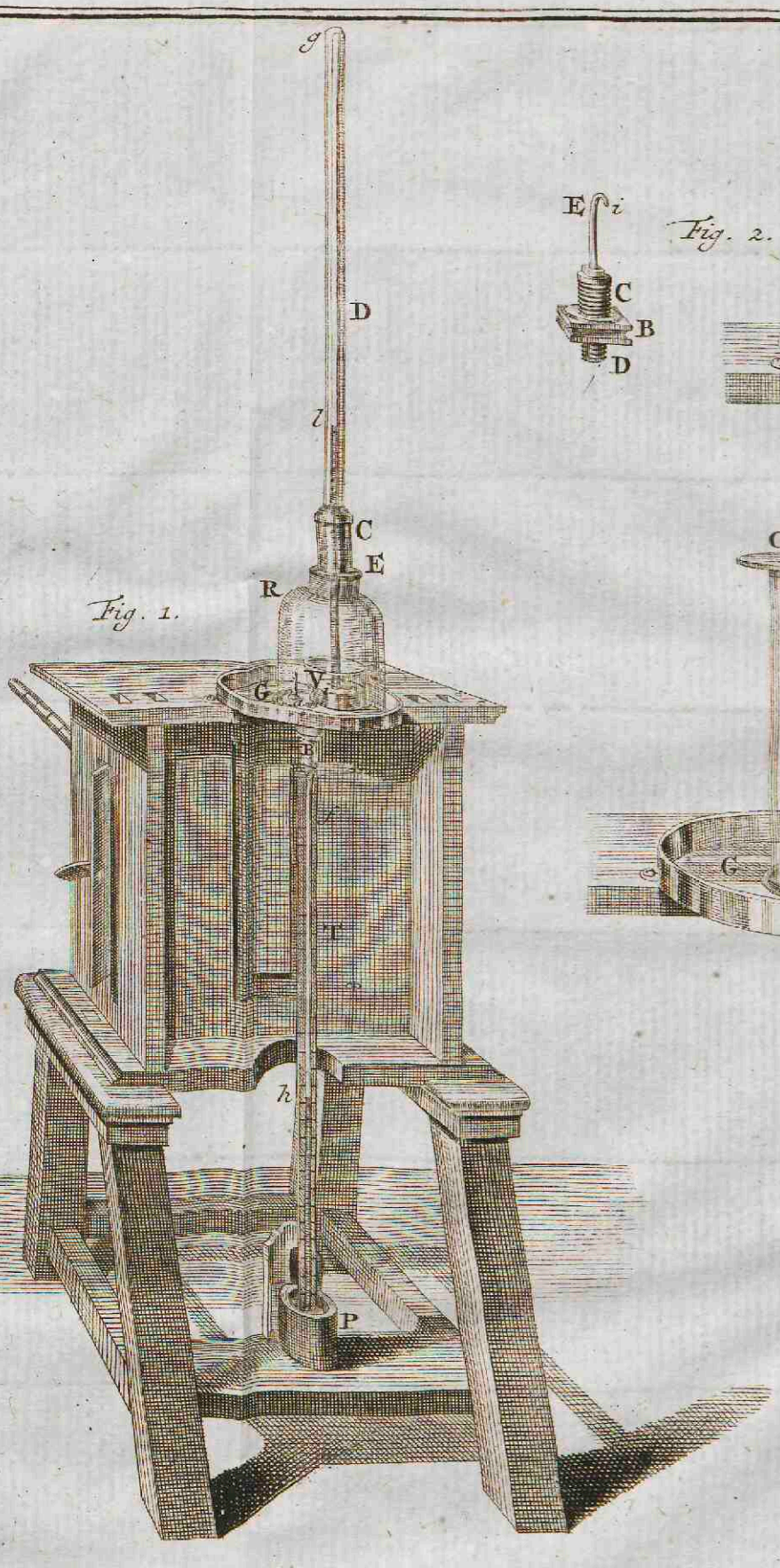
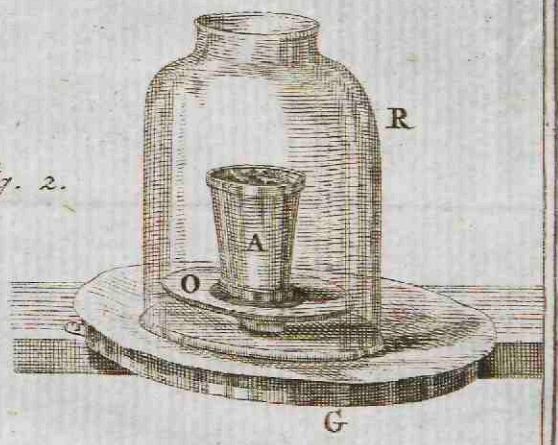


Fig. 1.

Fig. 2.



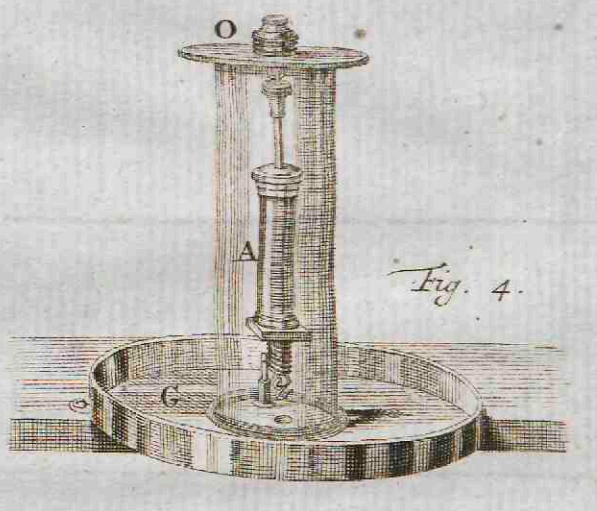


Fig. 4.

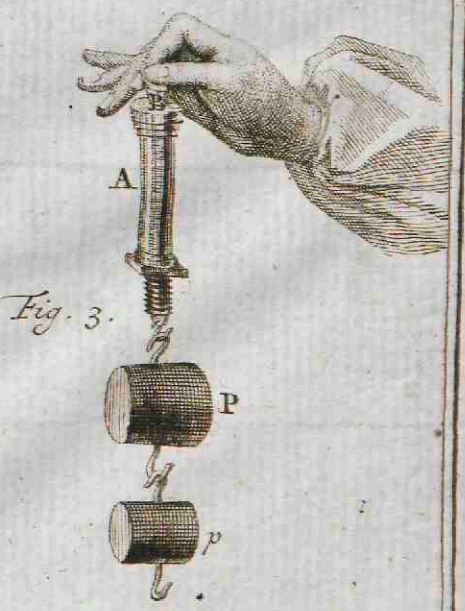


Fig. 3.

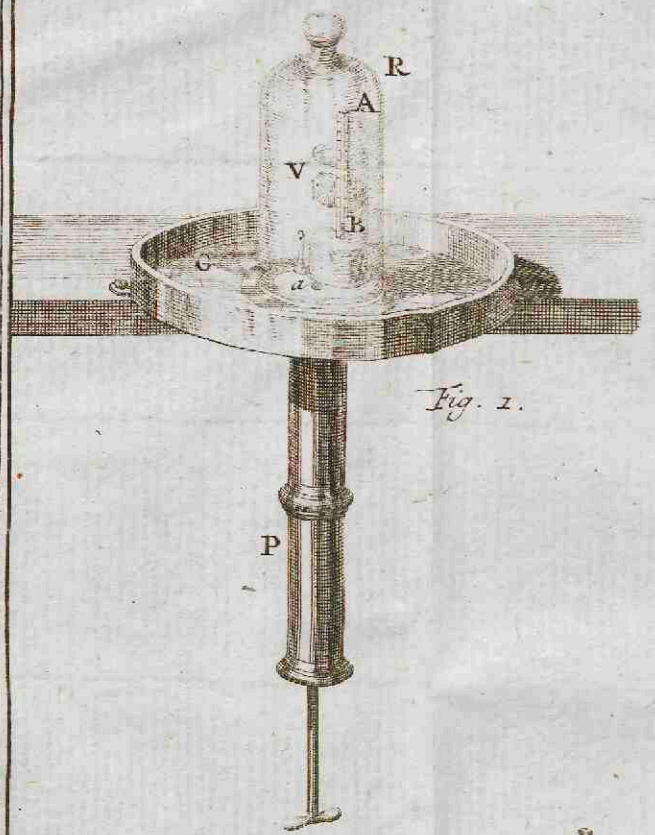


Fig. 1.

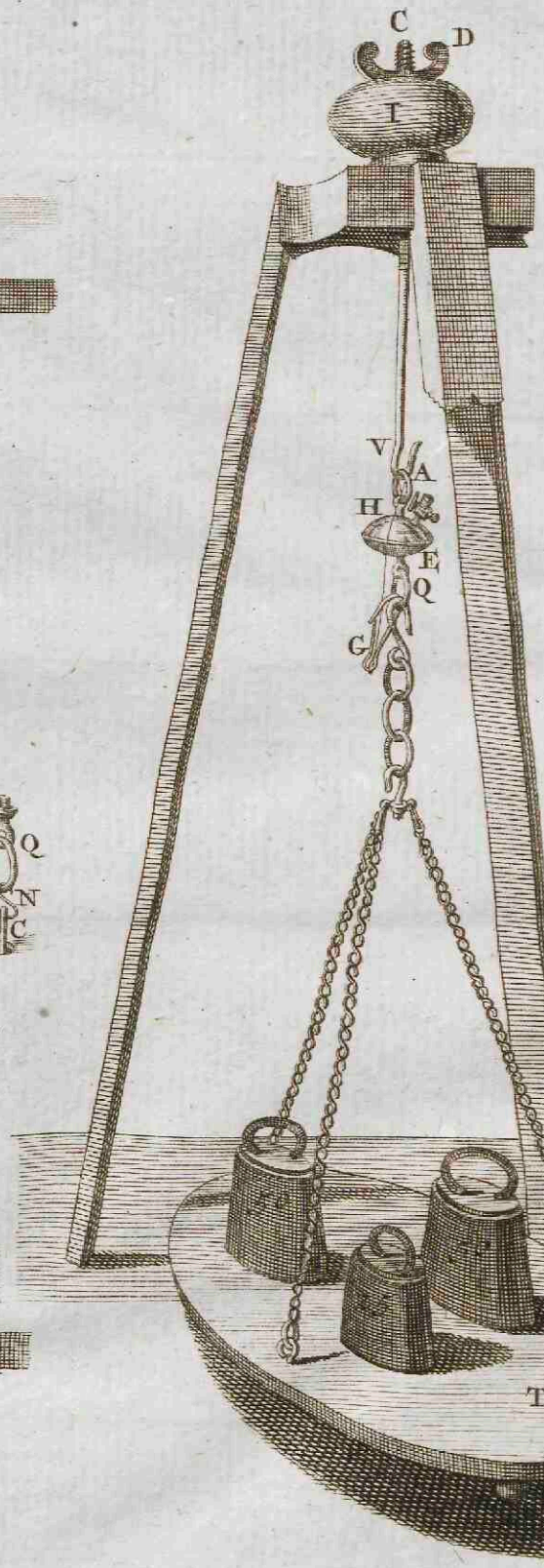




Fig. 2.



Fig. 4.

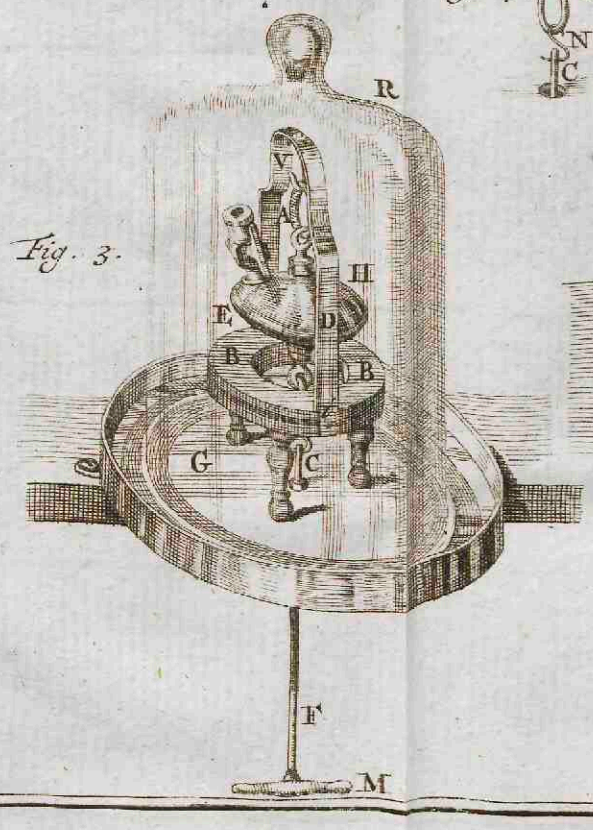


Fig. 3.

Fig. 2.

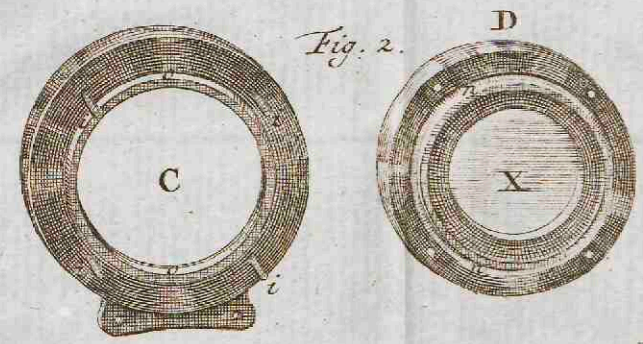




Fig. 1.

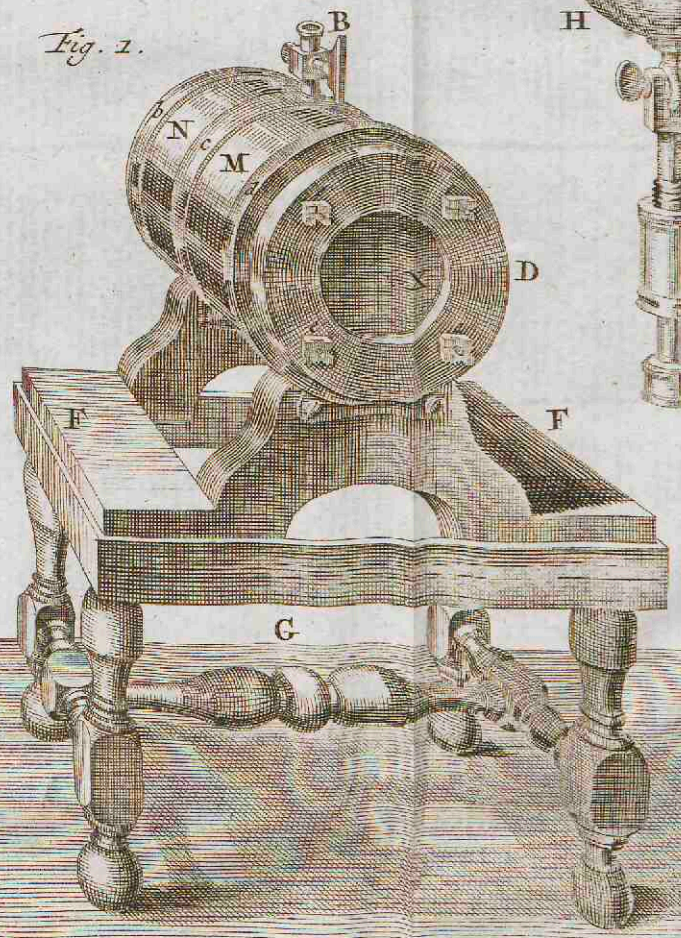


Fig. 3.



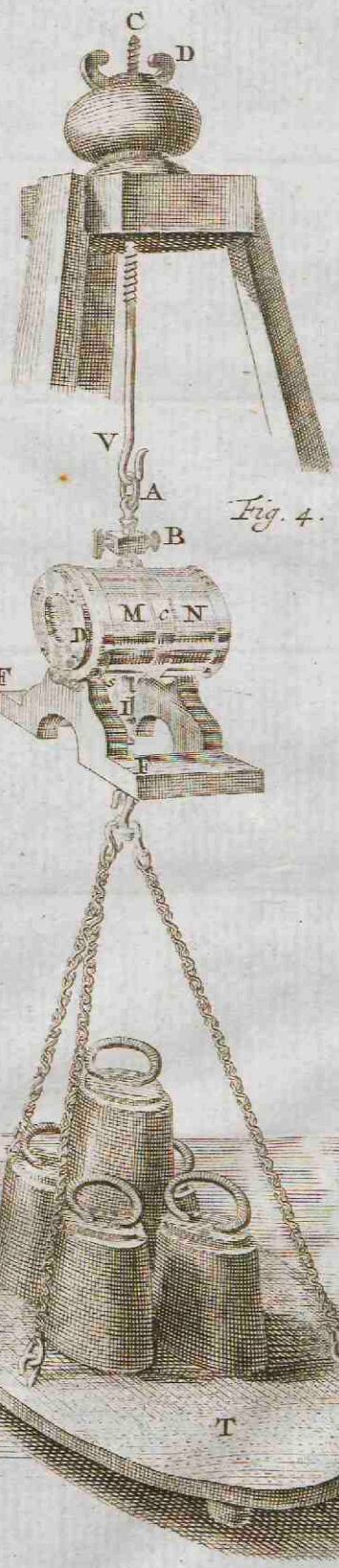


Fig. 4.

Fig. 2.

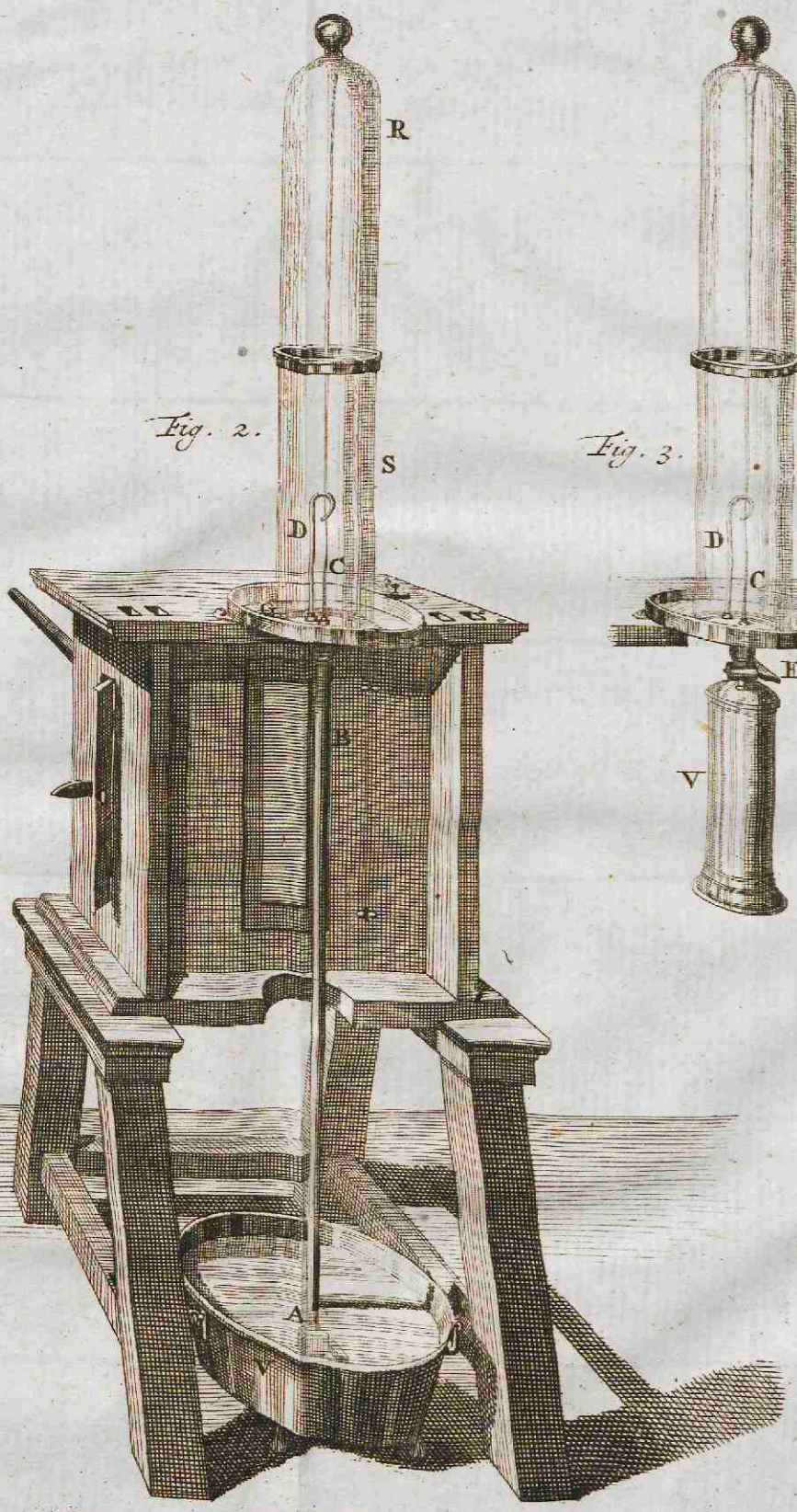


Fig. 3.

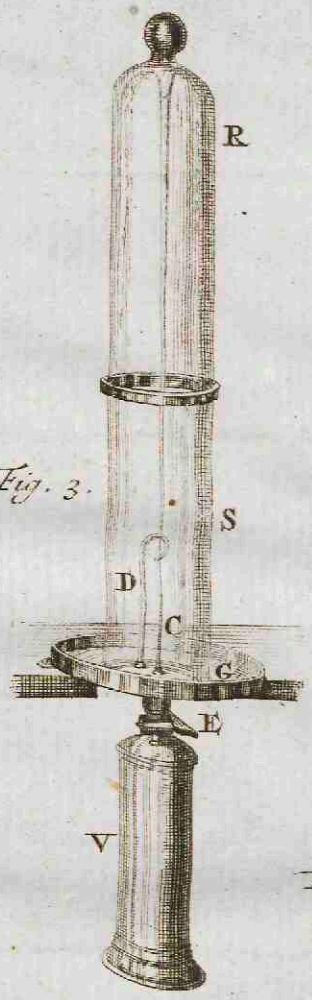


Fig. 1.



Fig. 4.



TAB. LXXII.

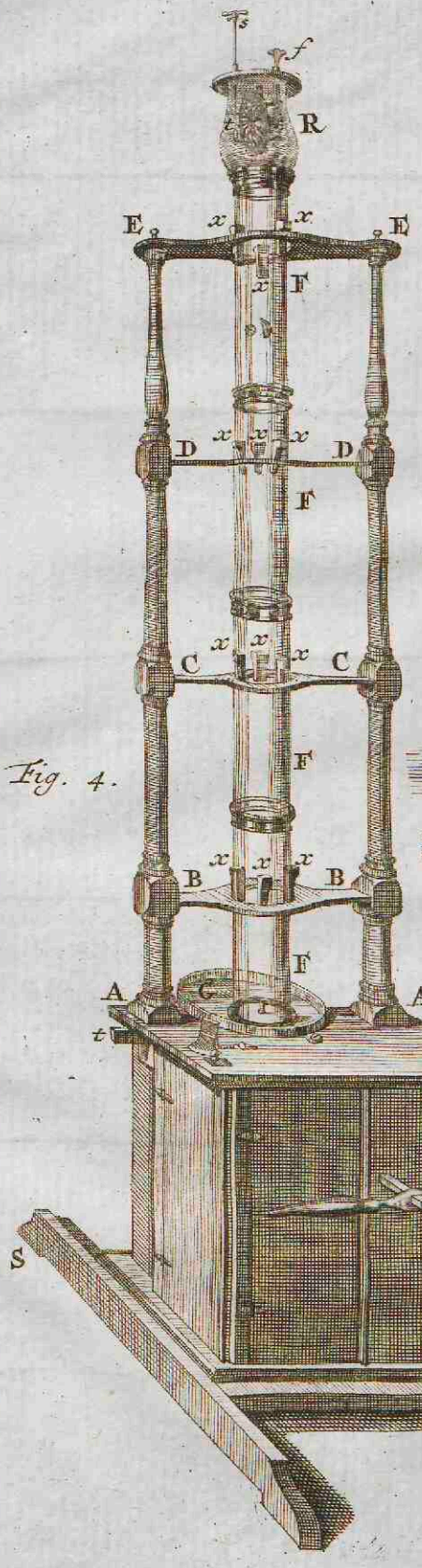


Fig. 4.

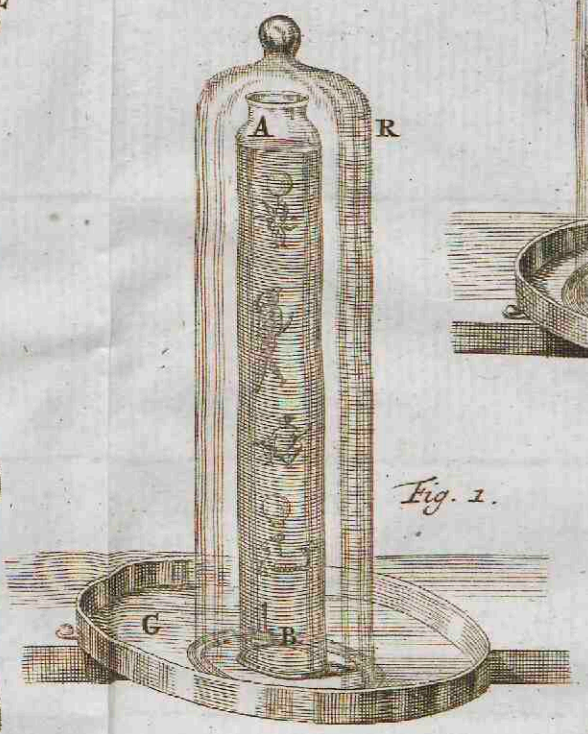


Fig. 1.



Fig. 2.

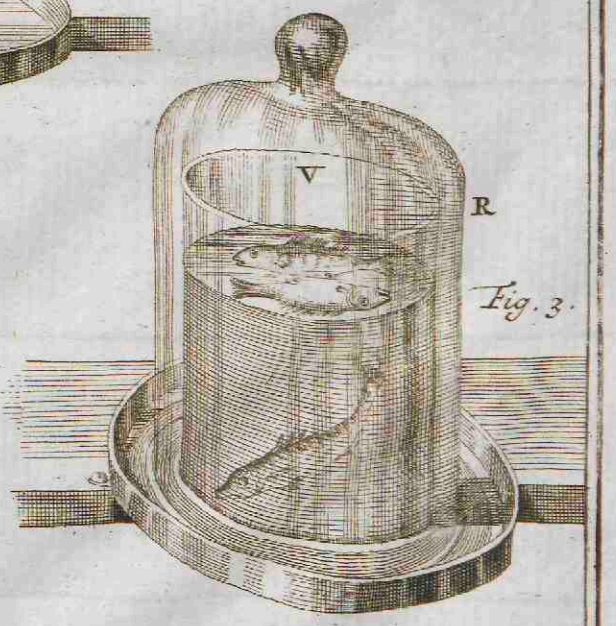


Fig. 3.

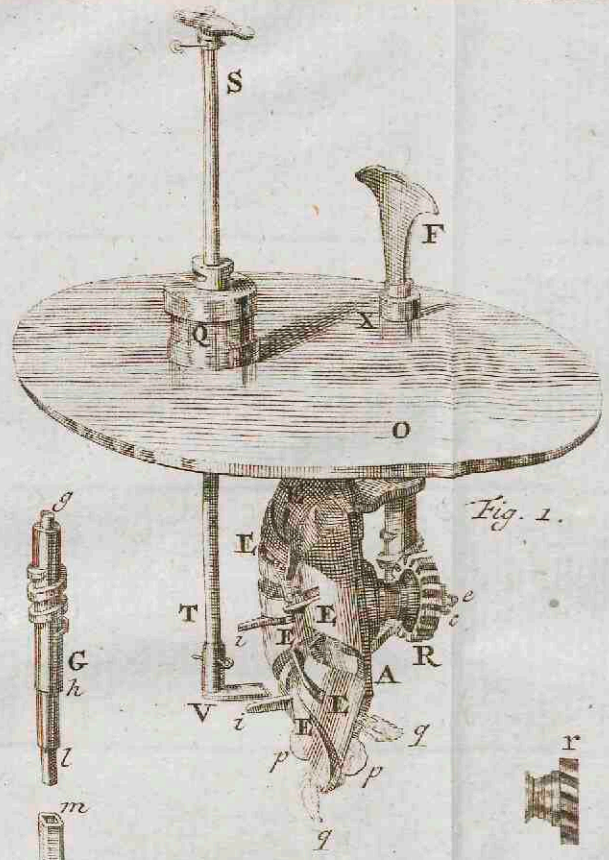


Fig. 1.

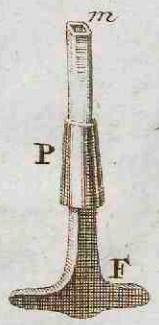


Fig. 2.



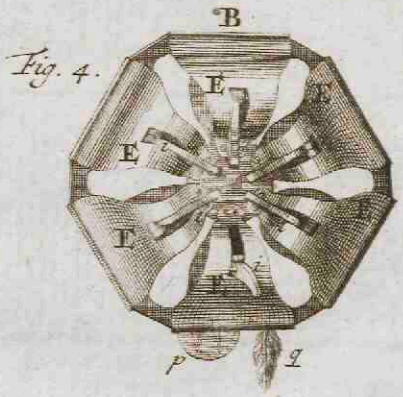


Fig. 4.

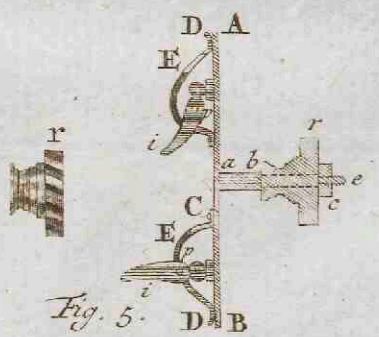


Fig. 5.

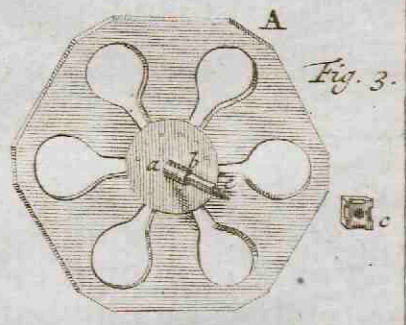
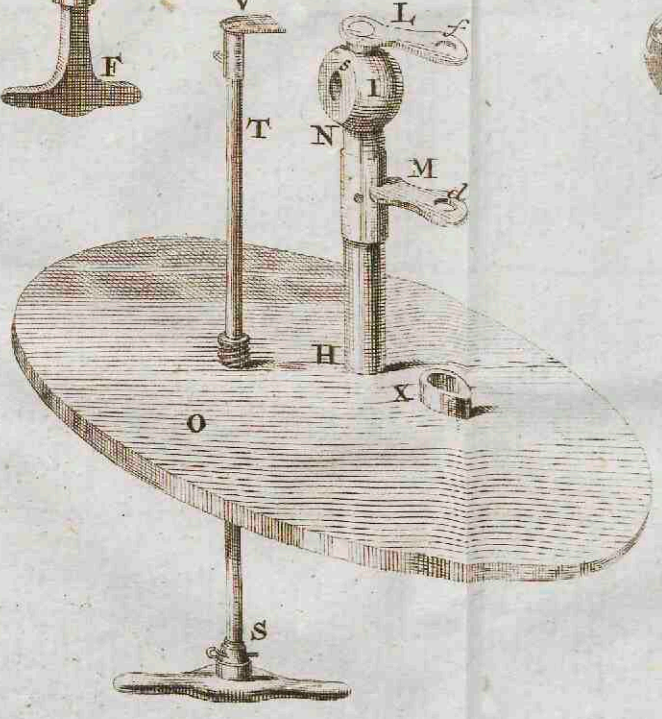
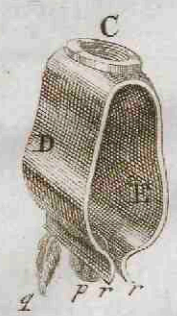


Fig. 3.







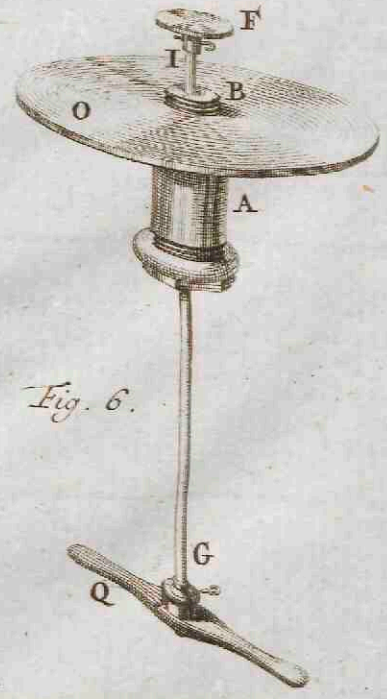


Fig. 6.

TAB. LXXIV.

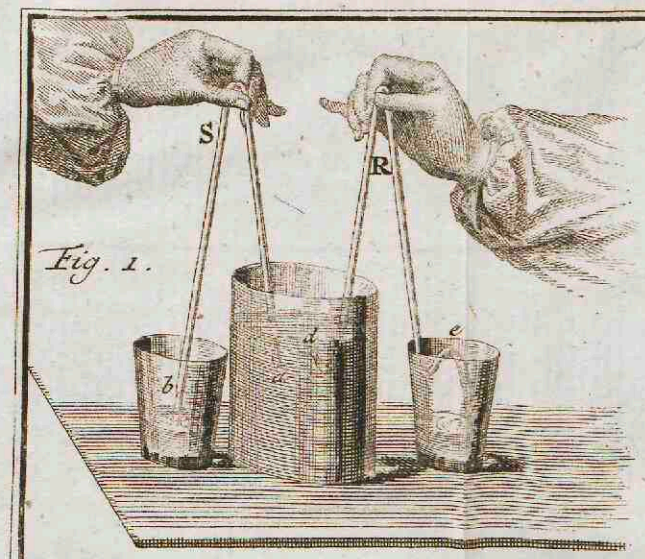


Fig. 1.

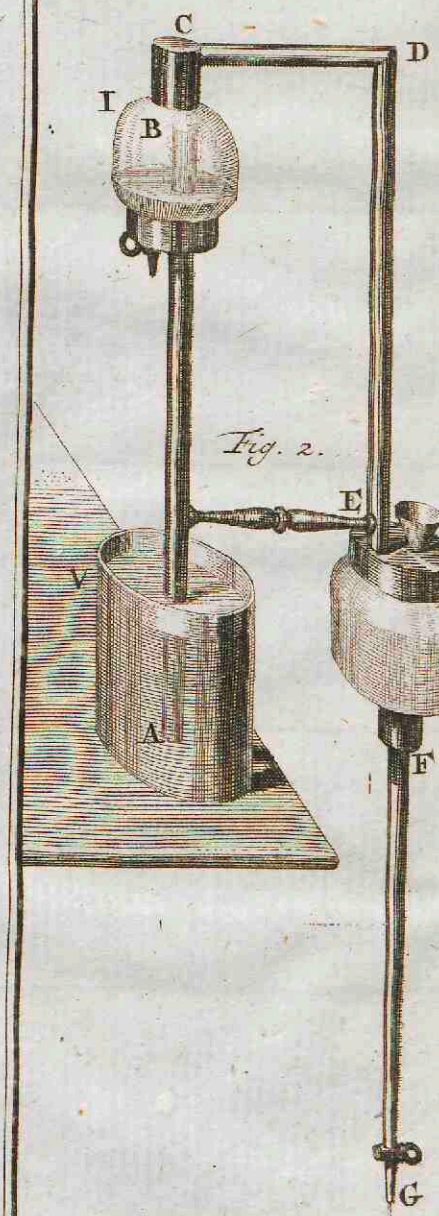


Fig. 2.

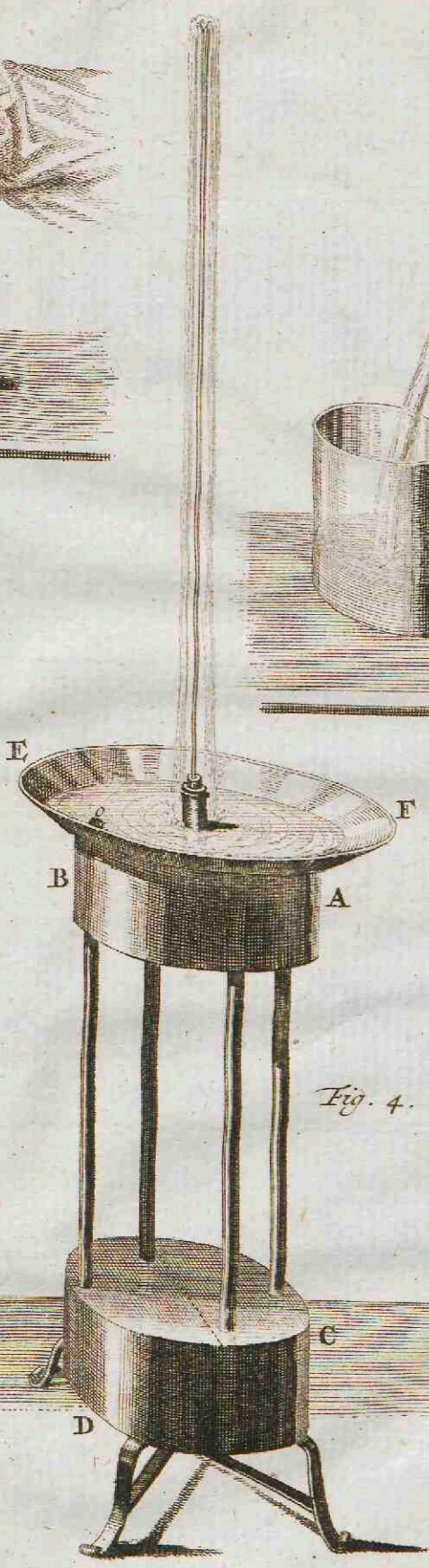


Fig. 4.

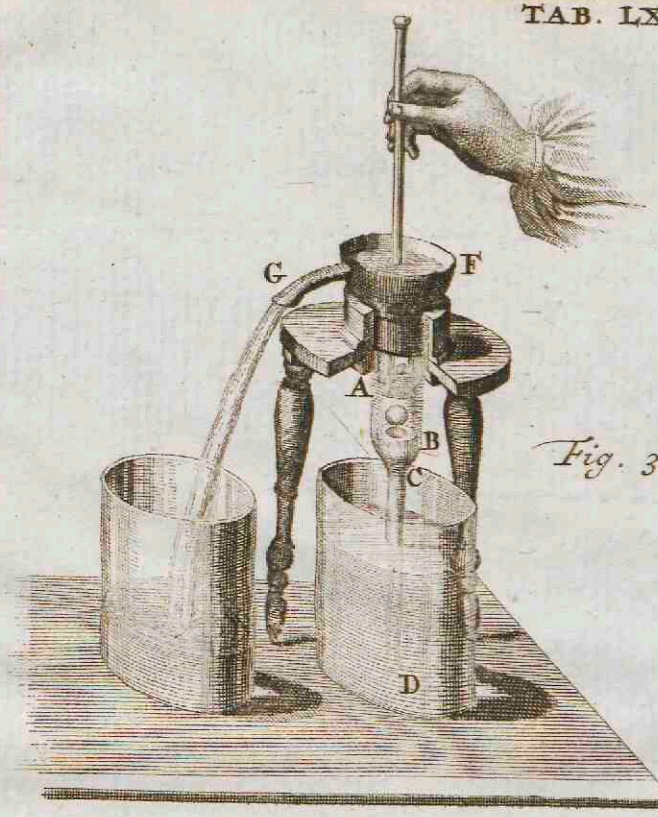


Fig. 3.

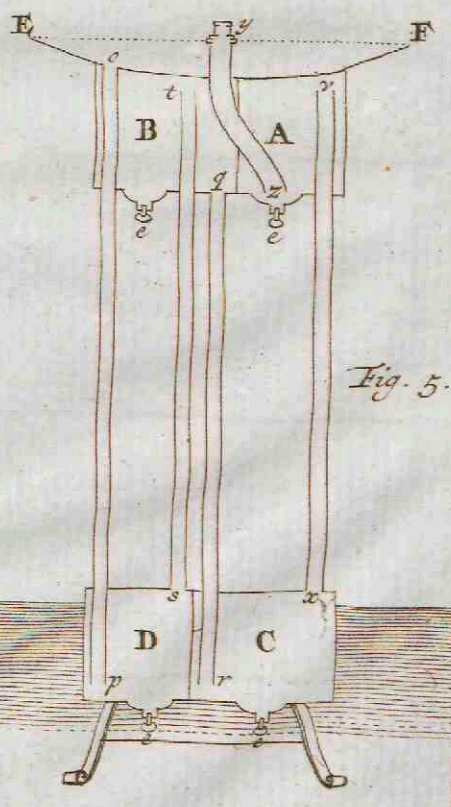


Fig. 5.

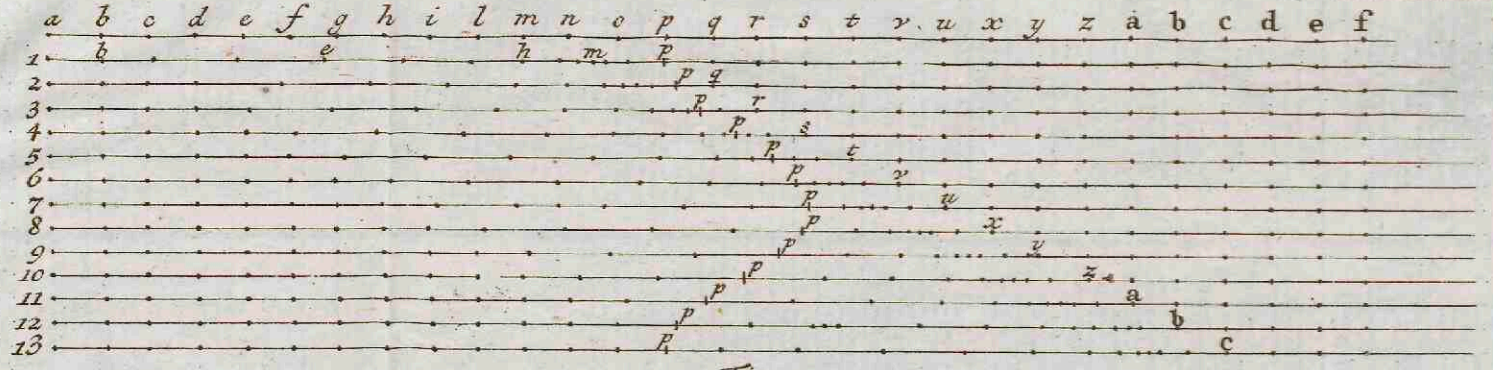


Fig. 1.

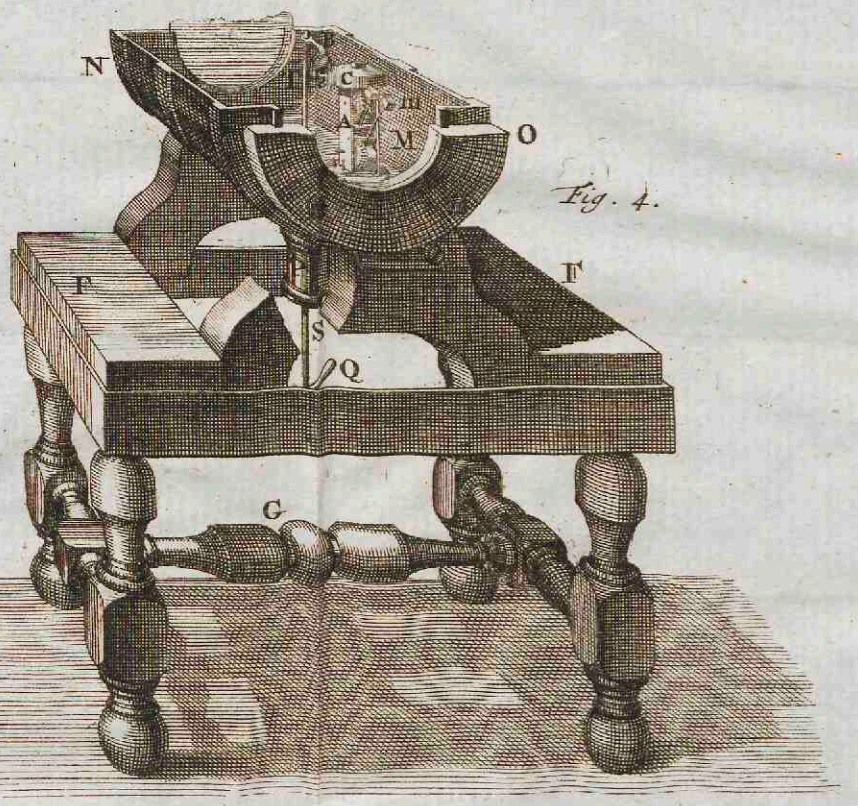


Fig. 4.

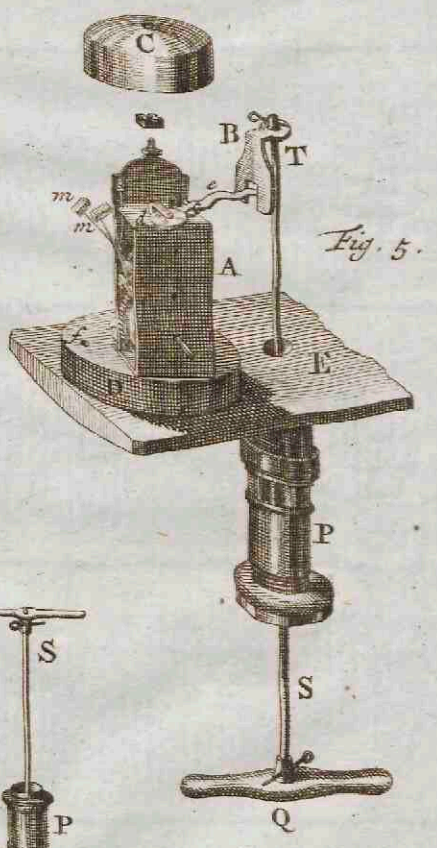


Fig. 5.

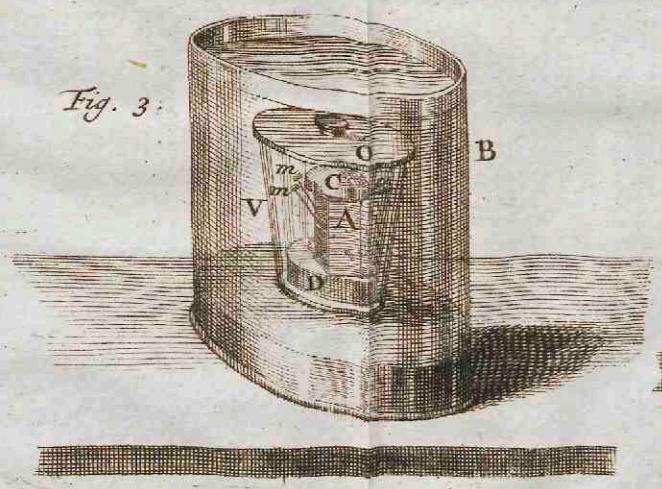


Fig. 3.

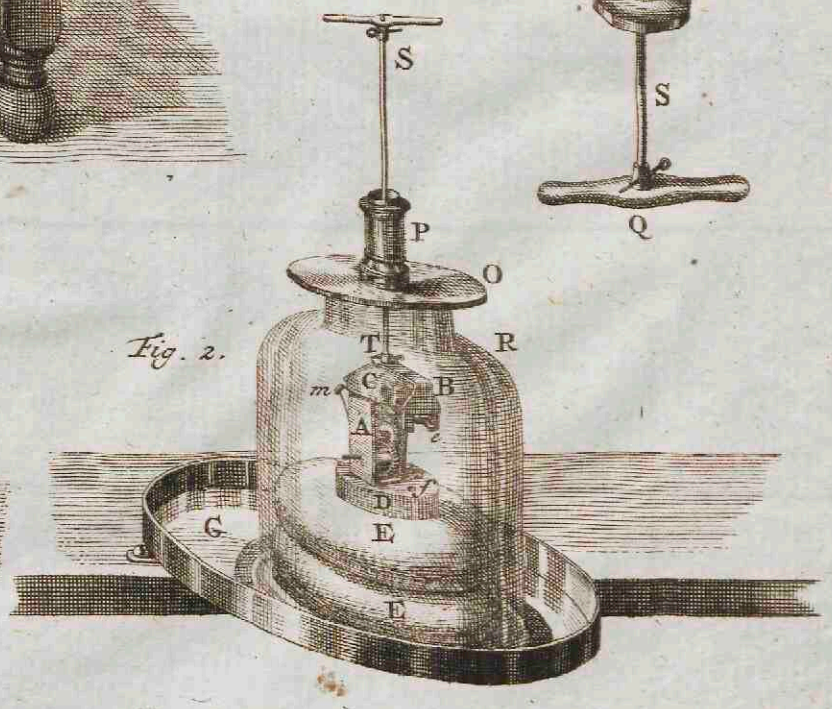


Fig. 2.

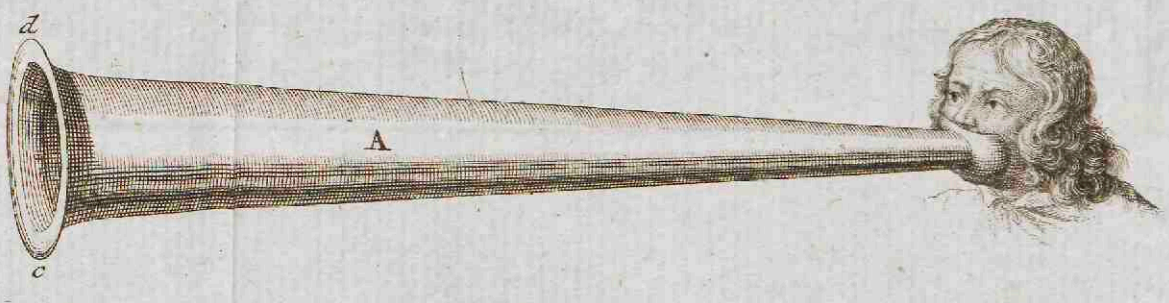
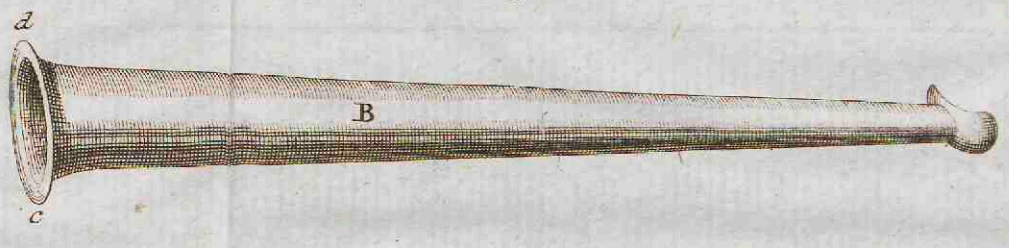


Fig. 3.



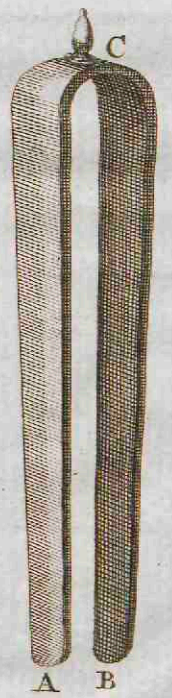


Fig. 1.

Fig. 4.

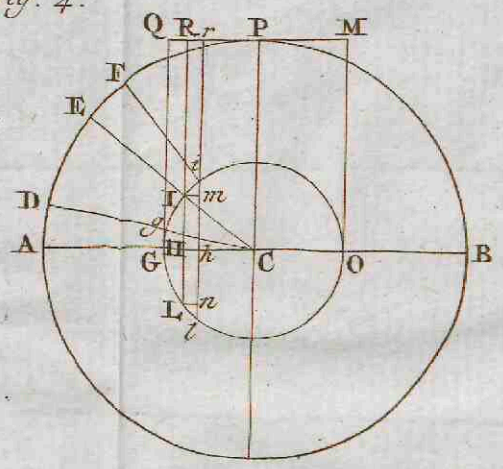
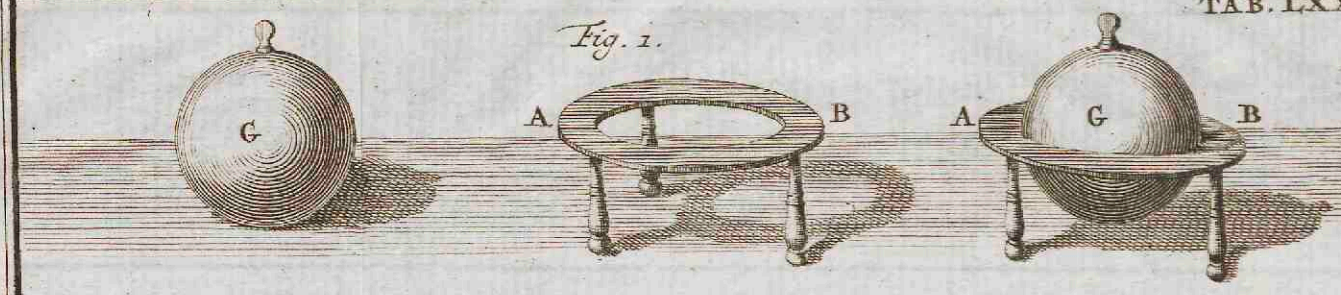




Fig. 2.

Fig. 1.



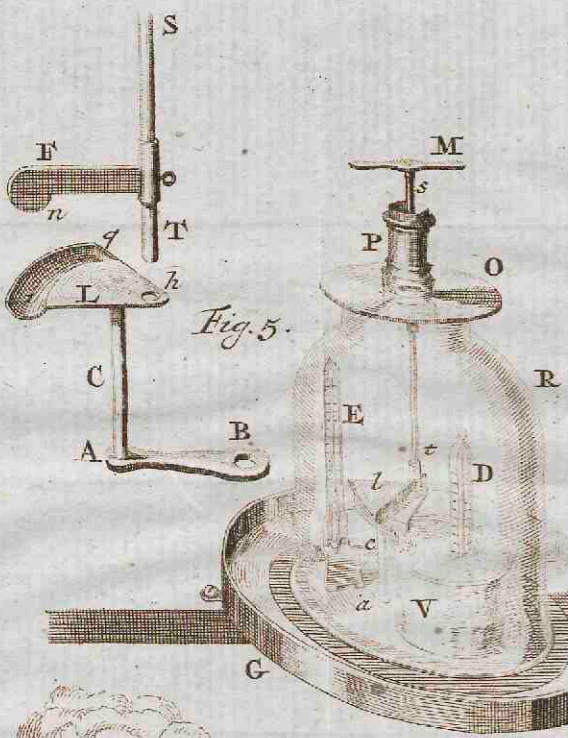


Fig. 5.



Fig. 2.

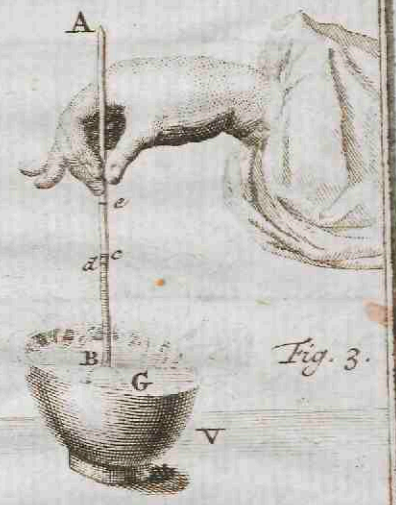


Fig. 3.

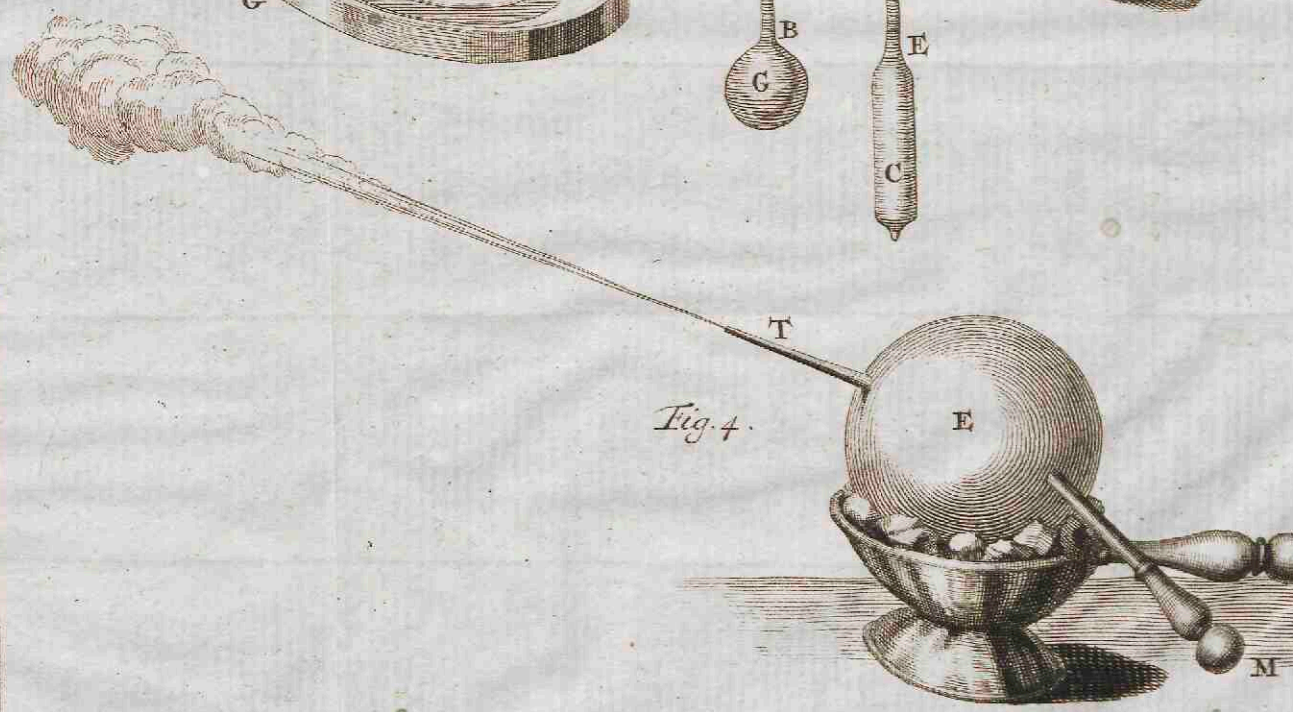


Fig. 4.

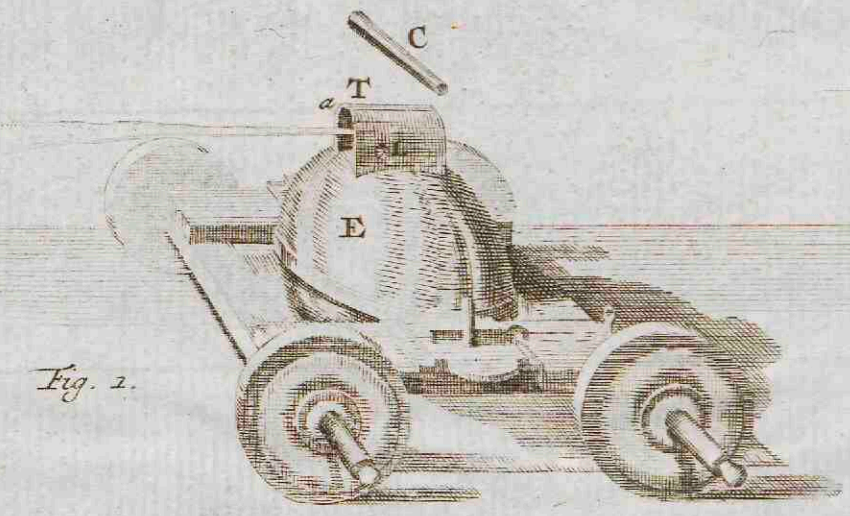


Fig. 1.

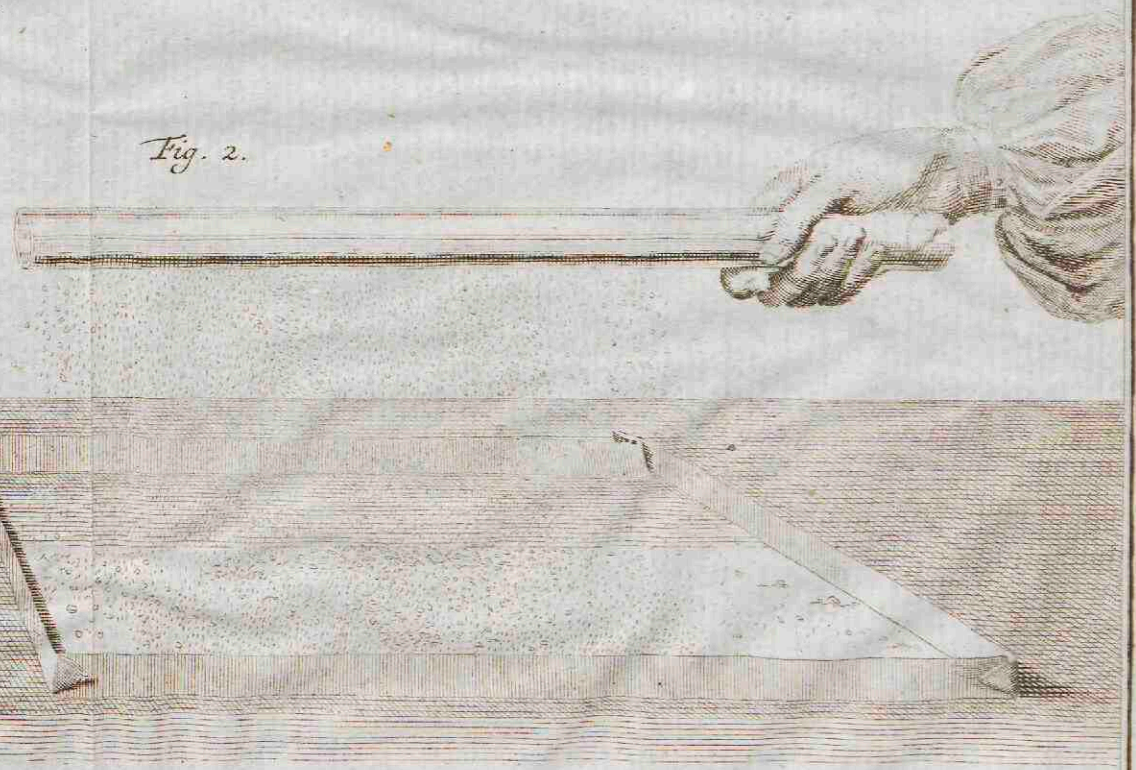


Fig. 2.

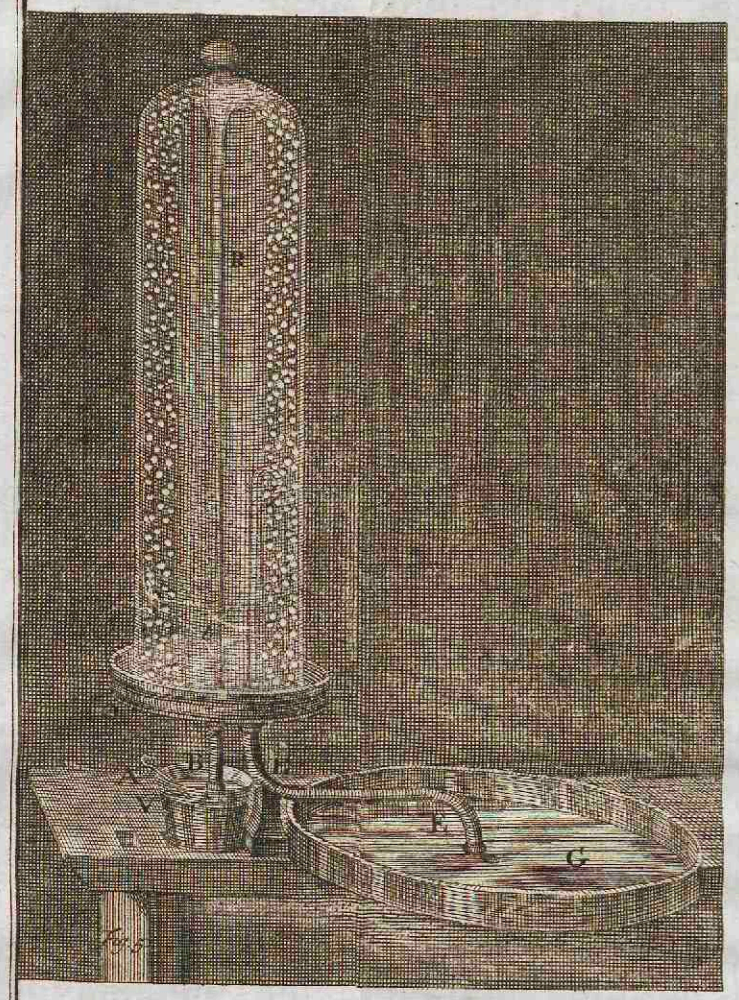


Fig. 3.

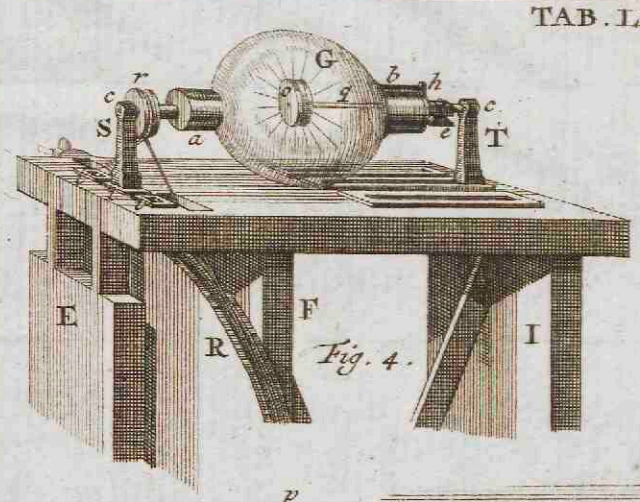
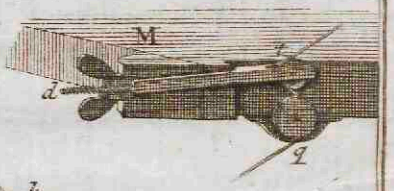


Fig. 4.



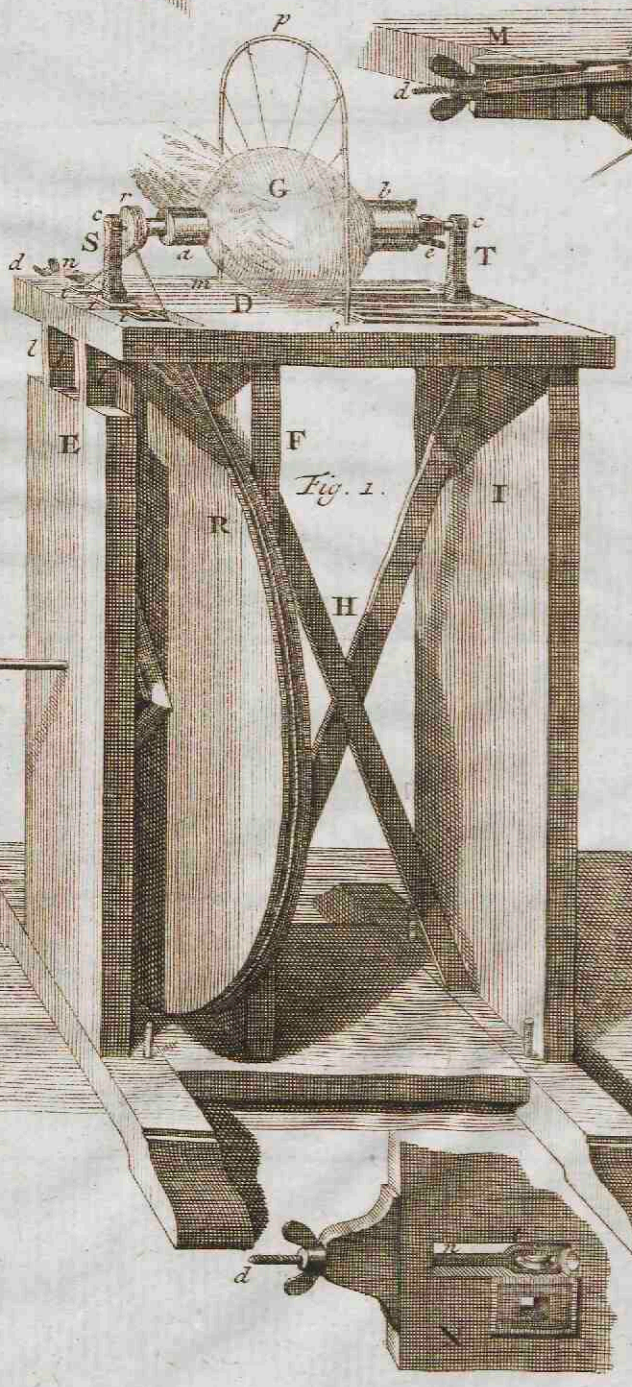


Fig. 1.

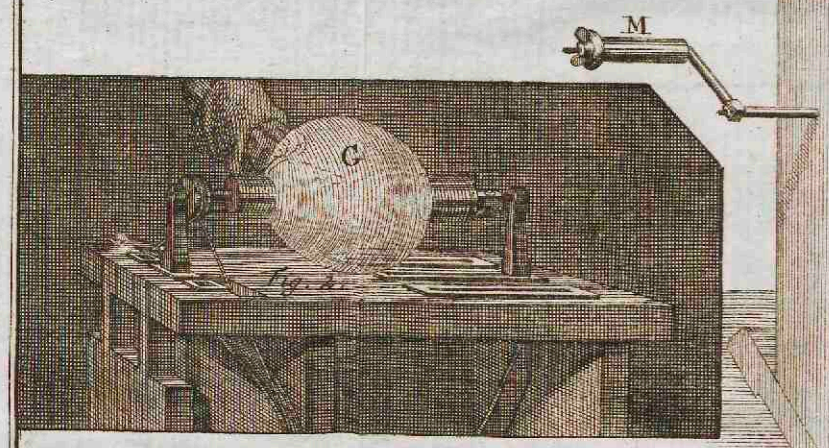


Fig. 2.

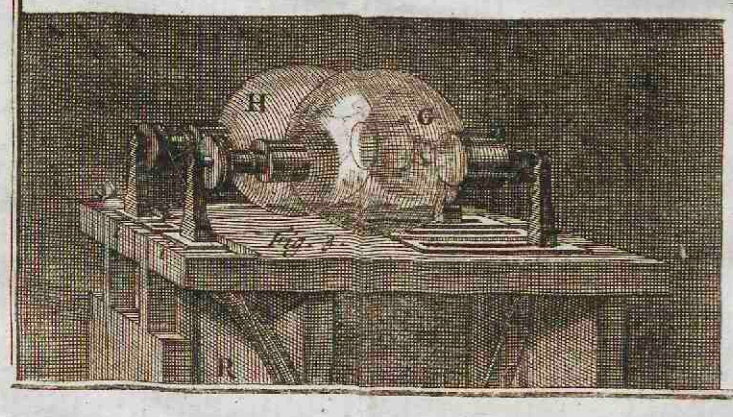
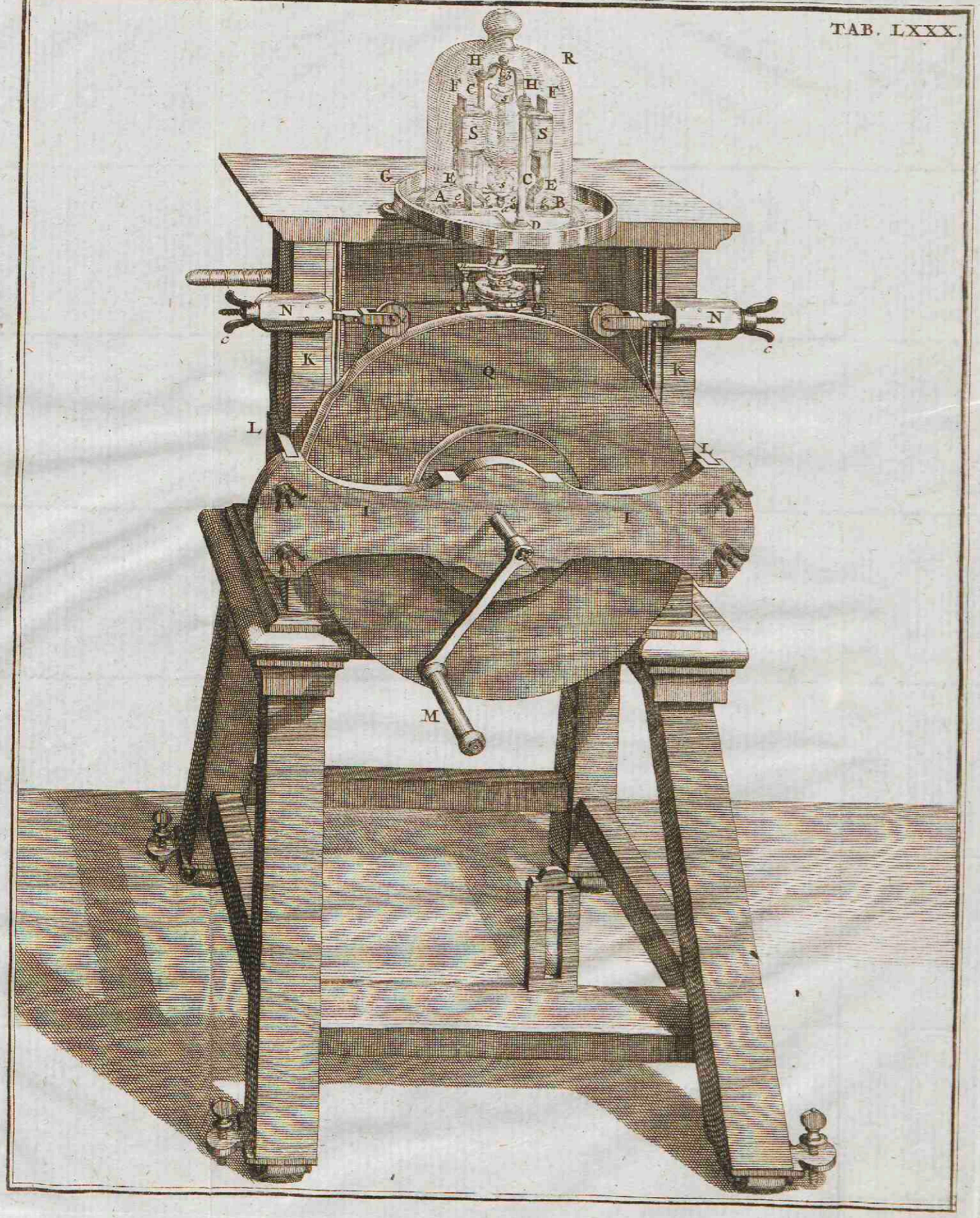


Fig. 3.

TAB. LXXX.



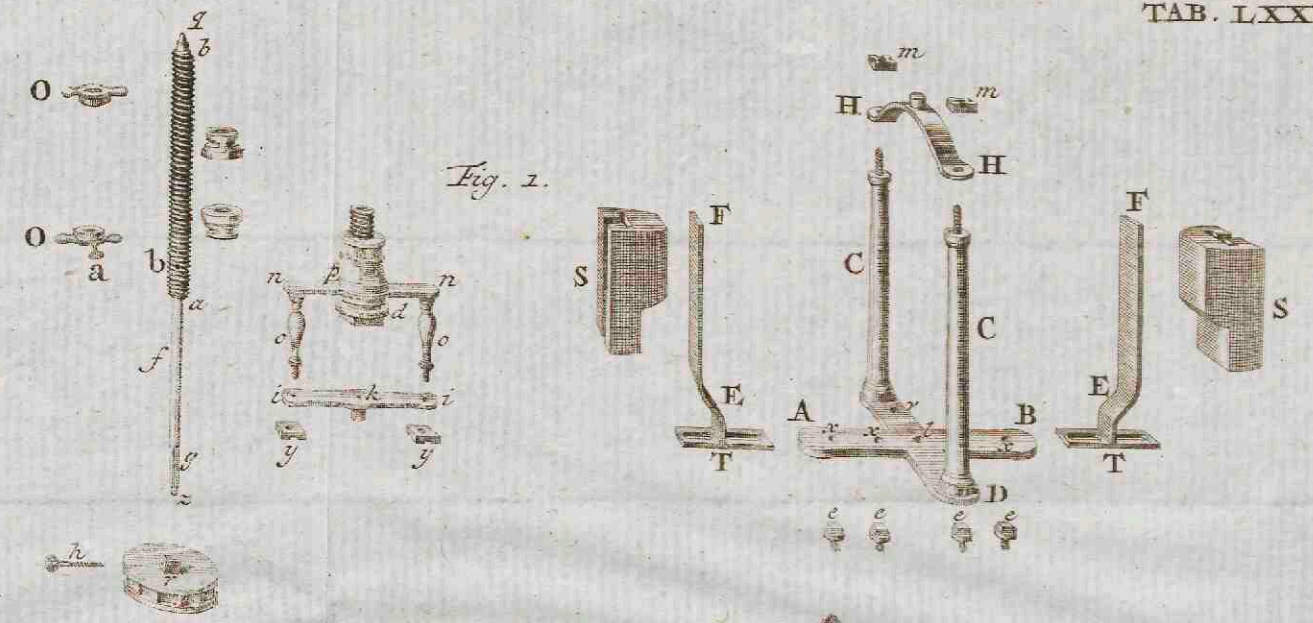


Fig. 1.

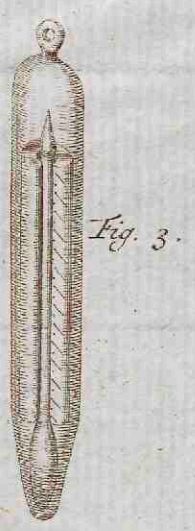


Fig. 3.

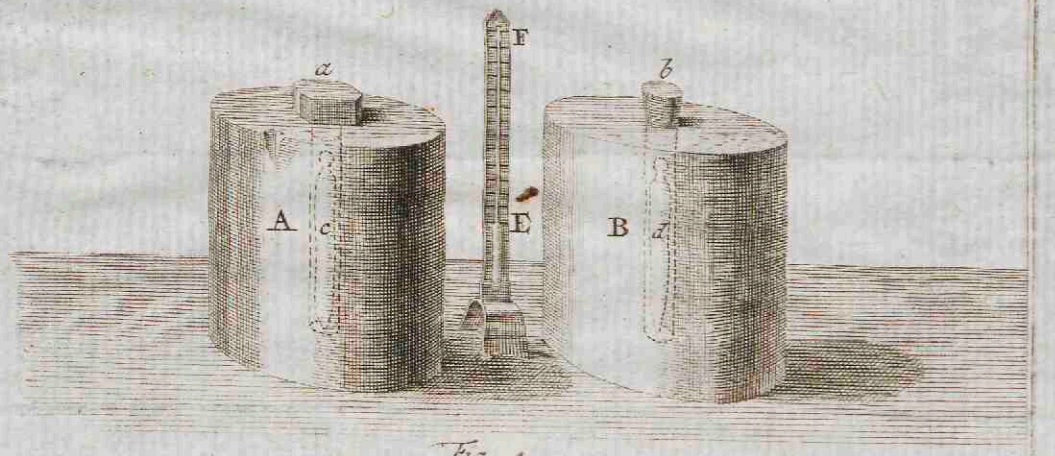


Fig. 4.



Fig. 2.

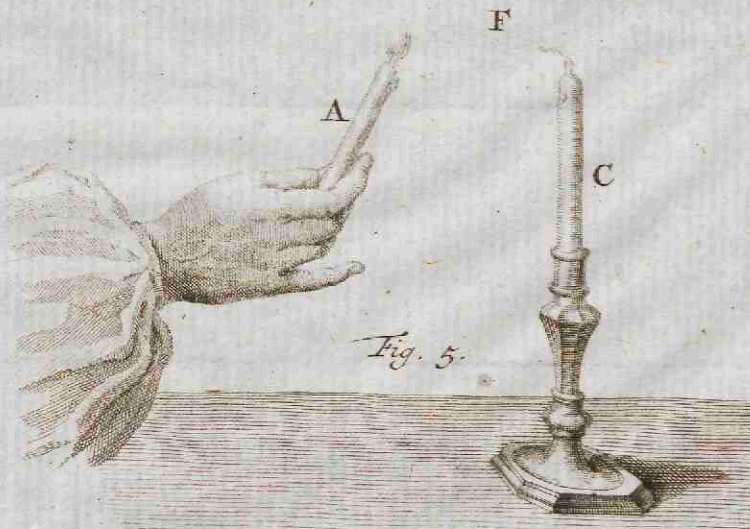


Fig. 5.

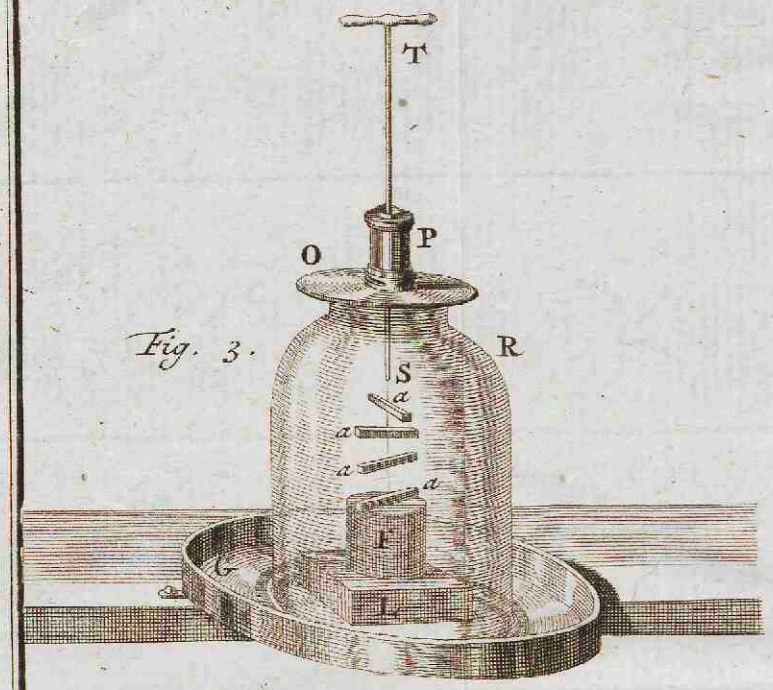


Fig. 3.

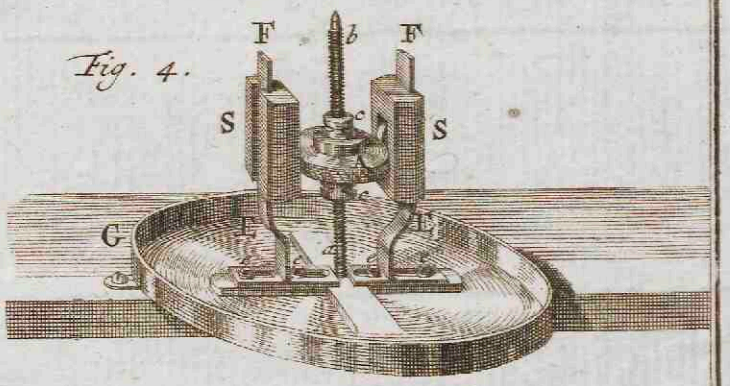


Fig. 4.

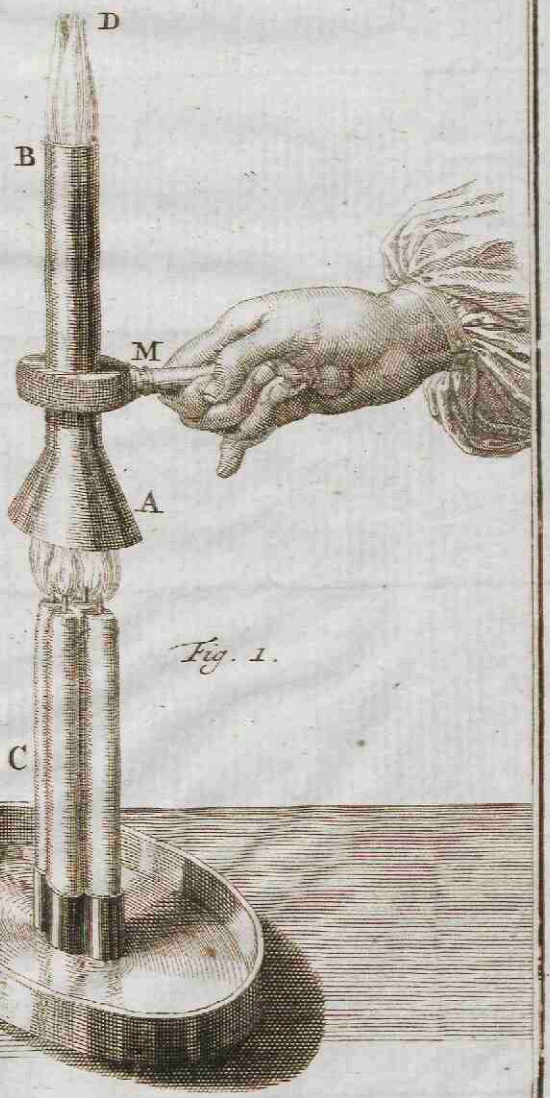


Fig. 1.

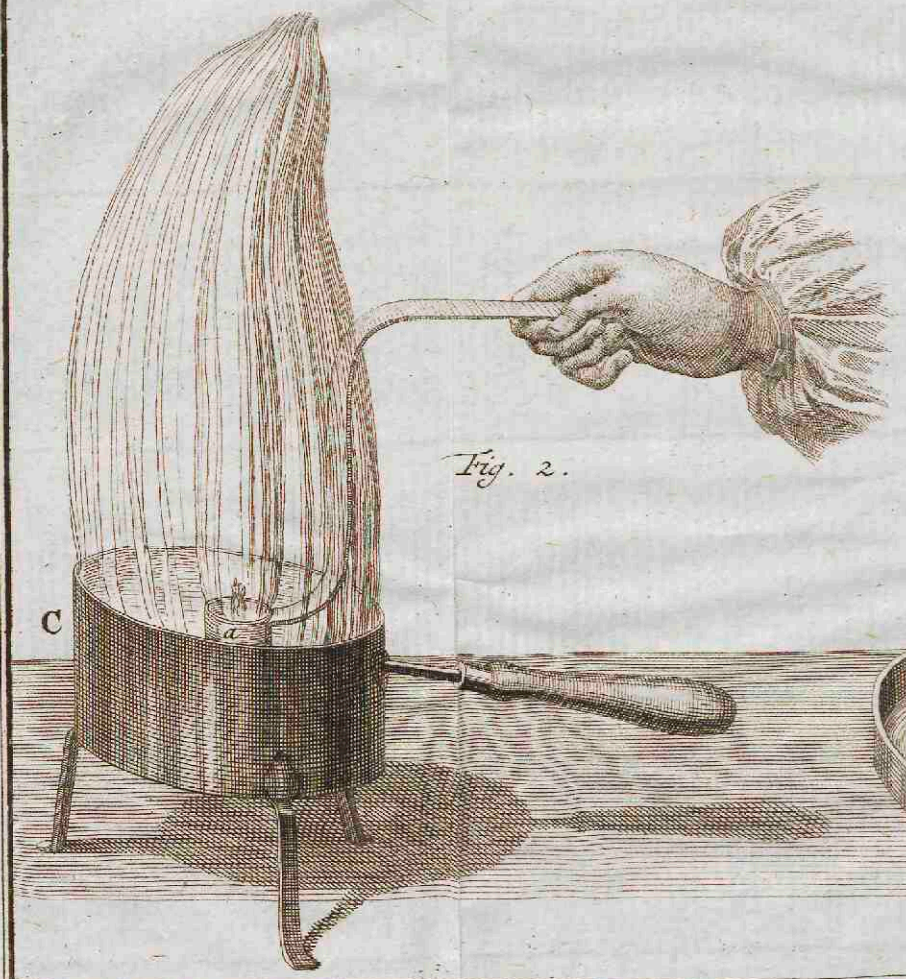
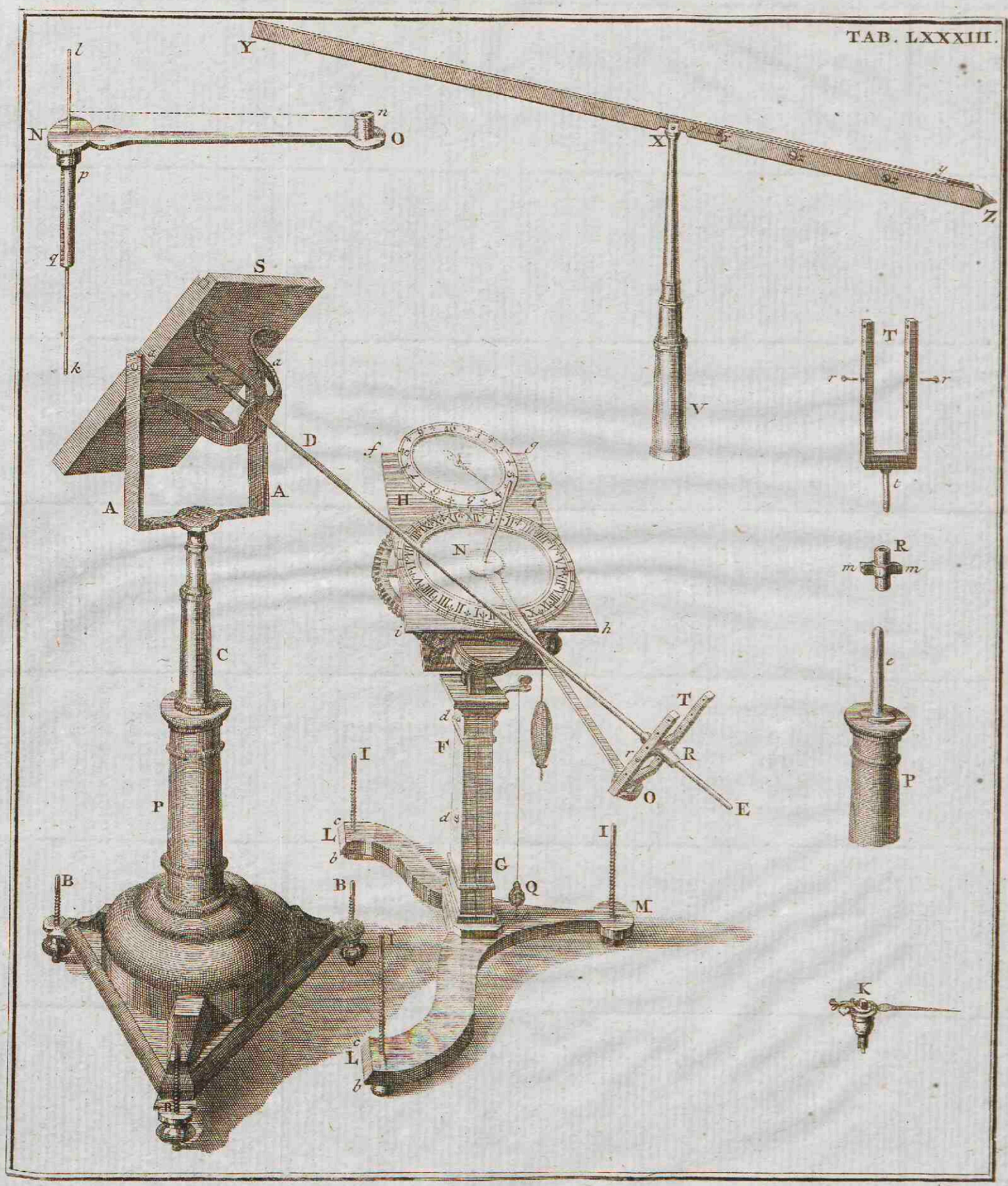
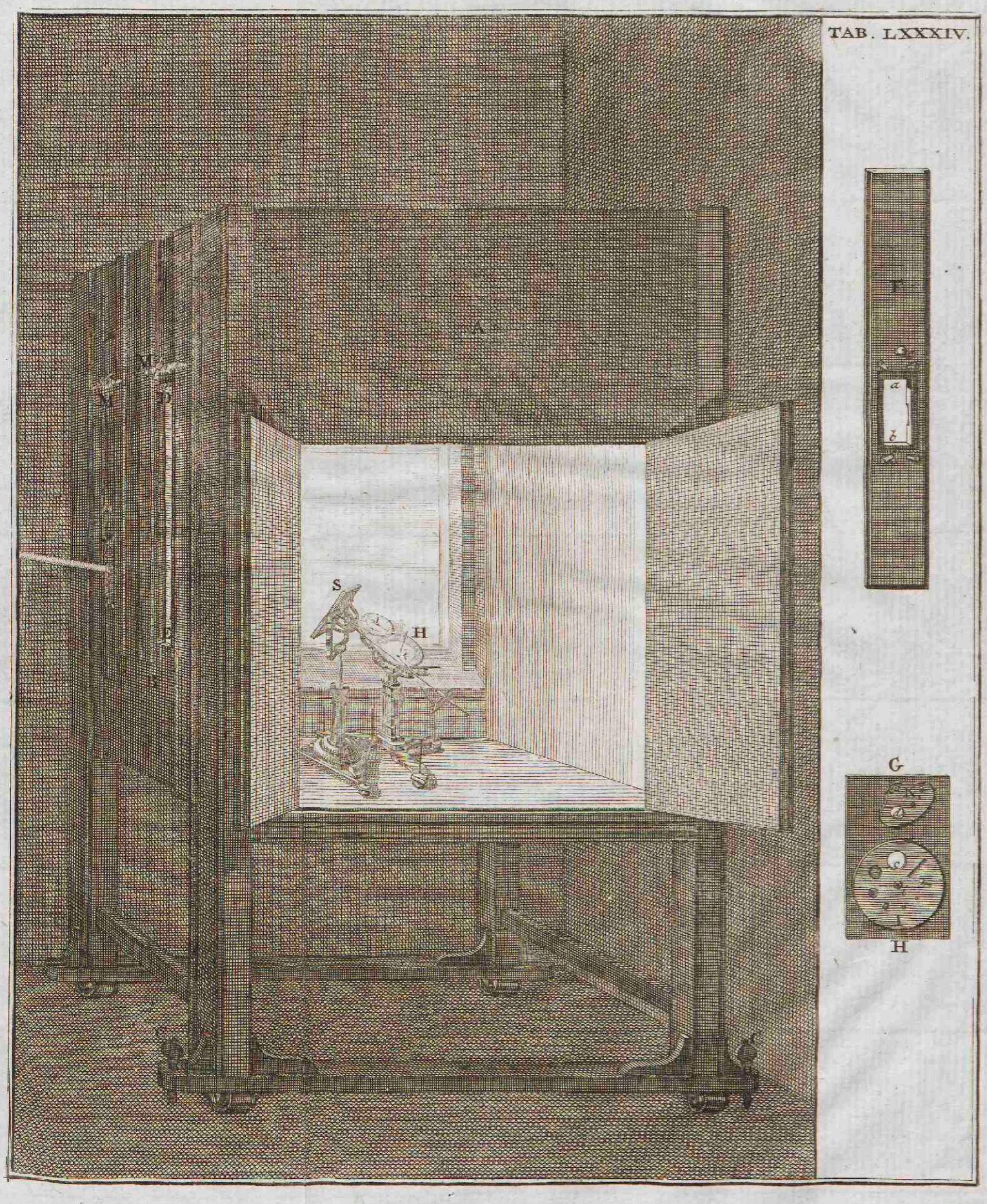


Fig. 2.


Y
X
Z
V
l
n
N
O
p
q
k
S
d
D
A
A
C
P
B
B
f
g
H
N
i
h
d
F
I
L
c
b
G
Q
M
T
r
R
O
E
T
r
r
t
R
m
m
e
P
K

TAB. LXXXIV.



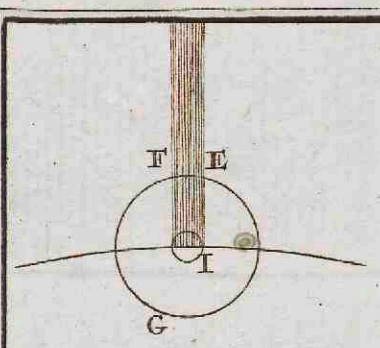


Fig. 1.

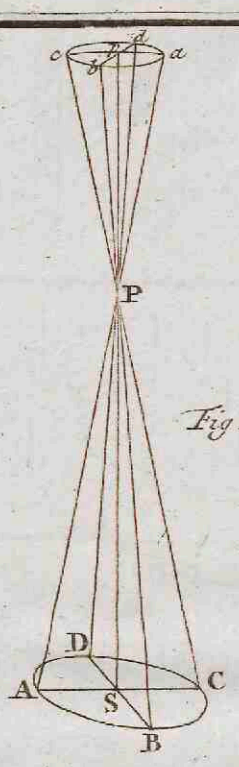


Fig. 2.

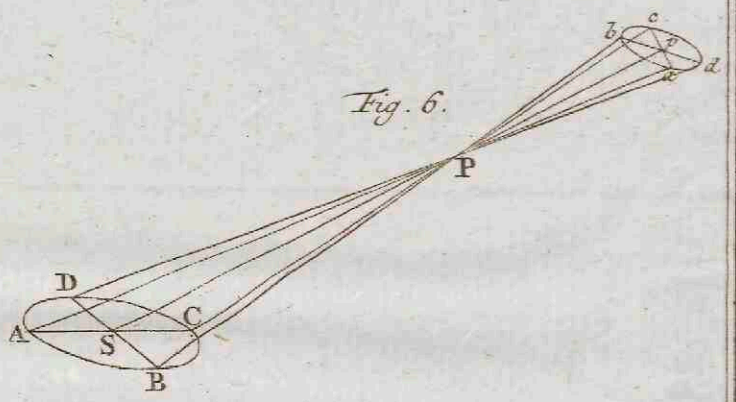


Fig. 6.

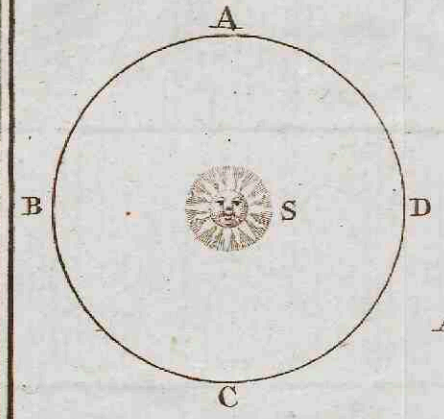




Fig. 5.

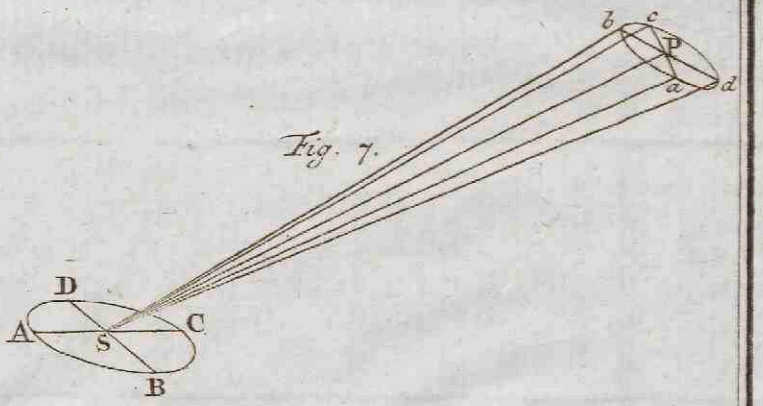


Fig. 7.

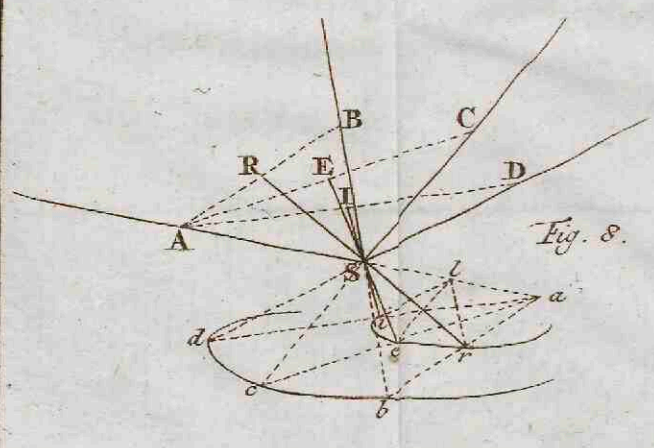


Fig. 8.

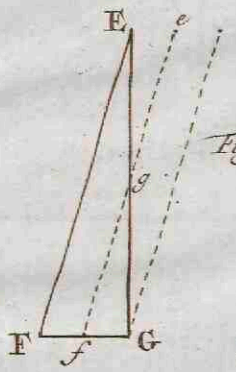


Fig. 3.

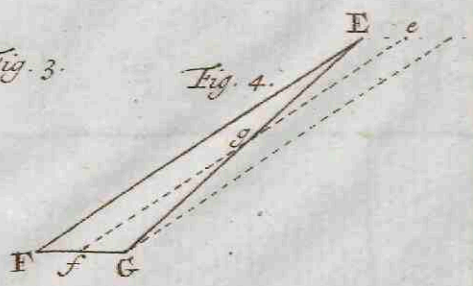
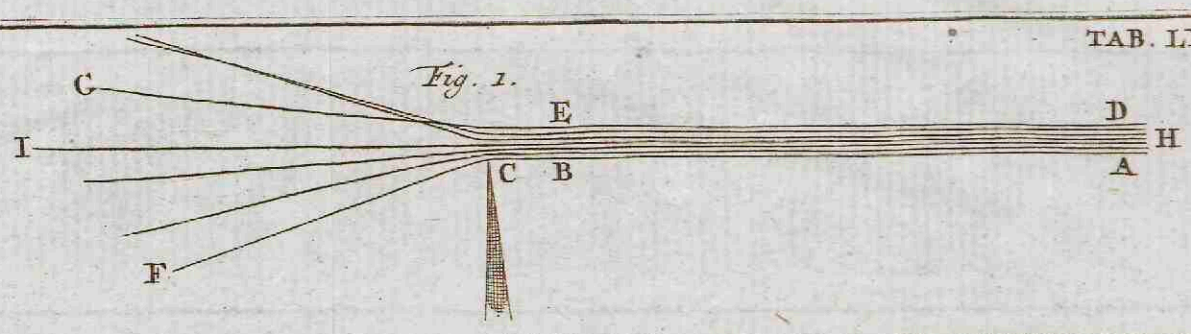


Fig. 4.

Fig. 1.



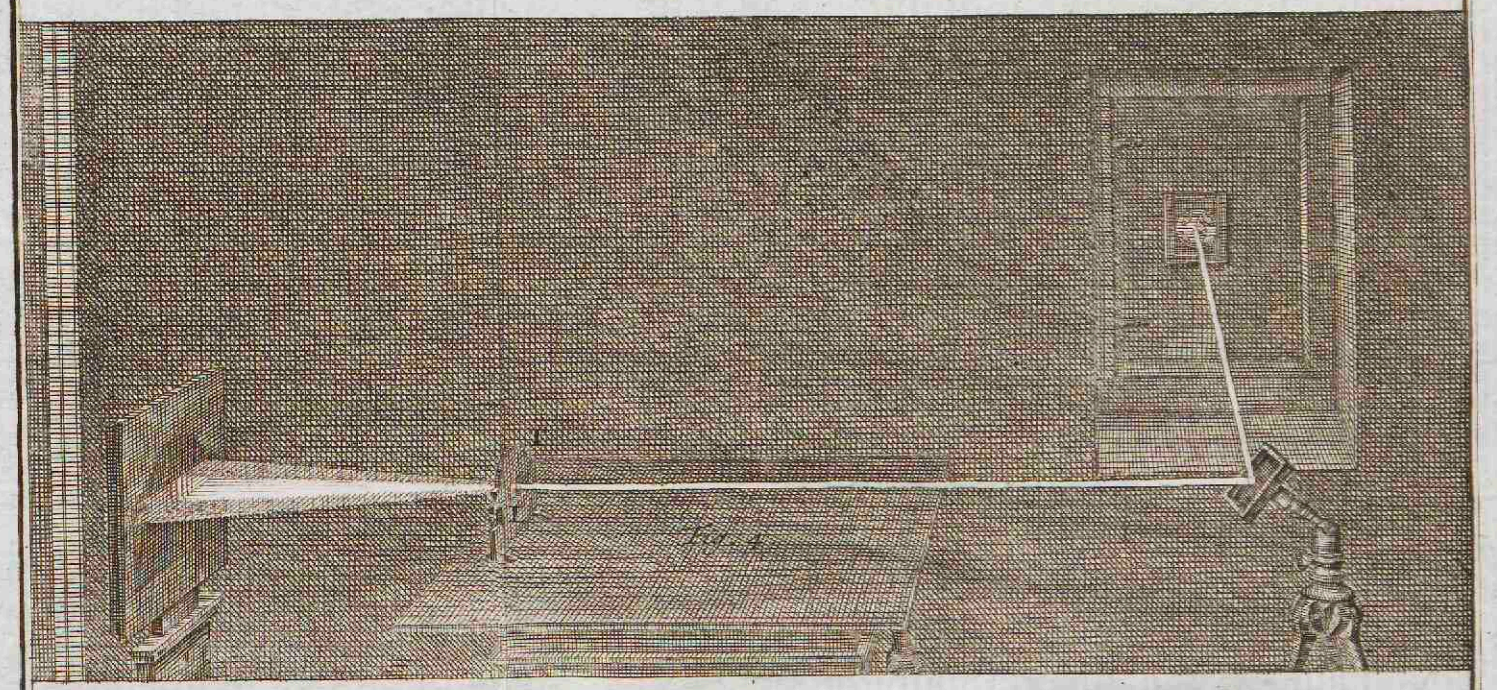


Fig. 5.

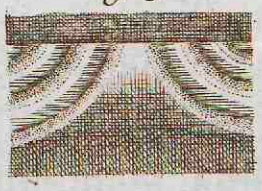
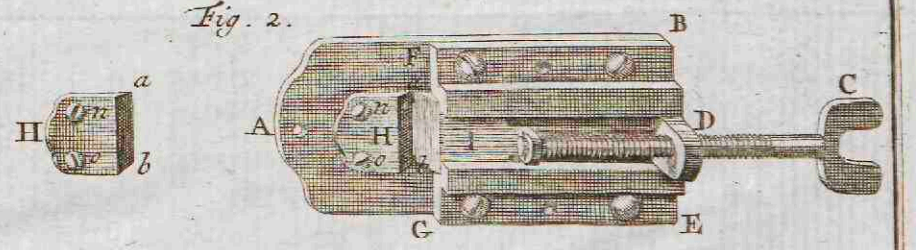


Fig. 2.



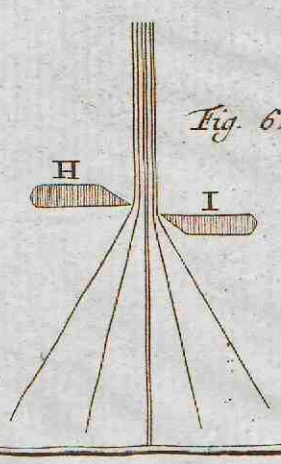


Fig. 6.

Fig. 7.

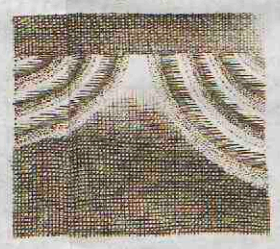


Fig. 3.

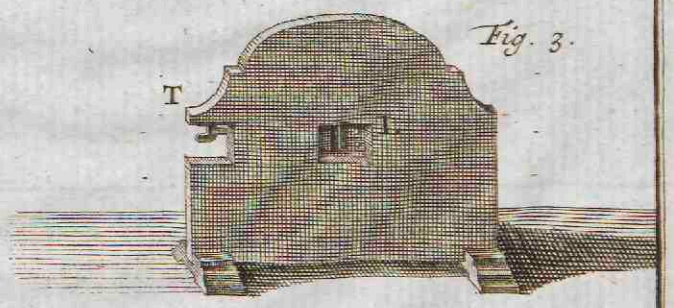


Fig. 1.

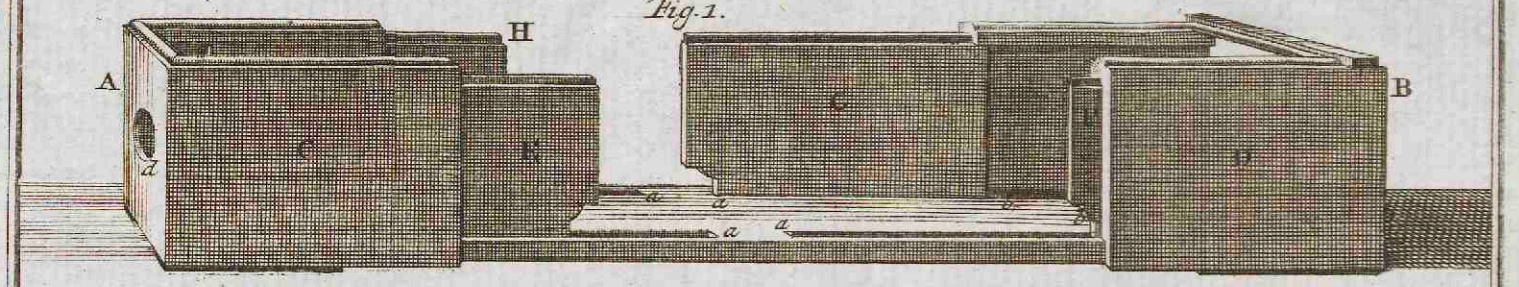


Fig. 2.

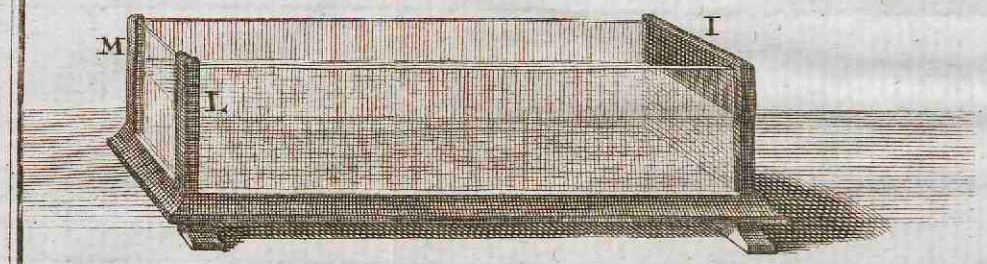
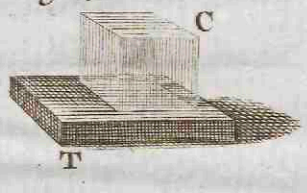


Fig. 4.



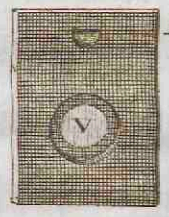


Fig. 7.

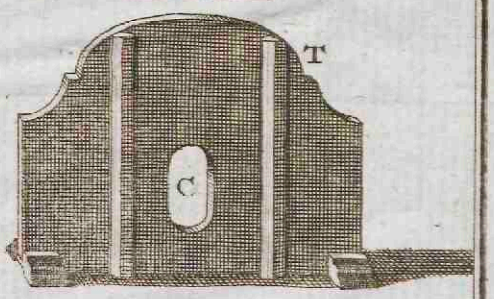


Fig. 3.

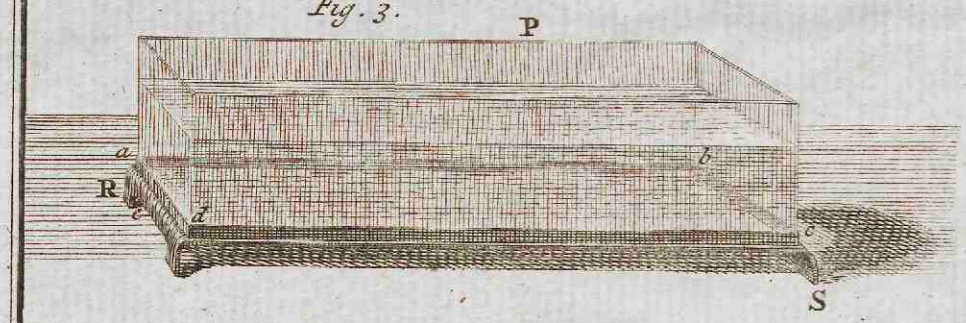
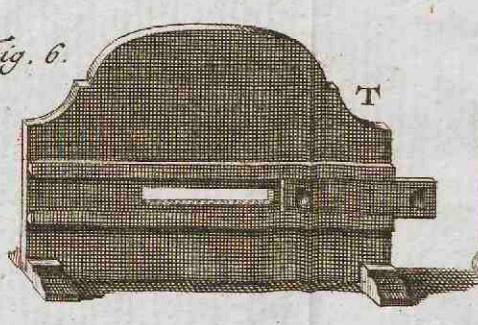


Fig. 6.



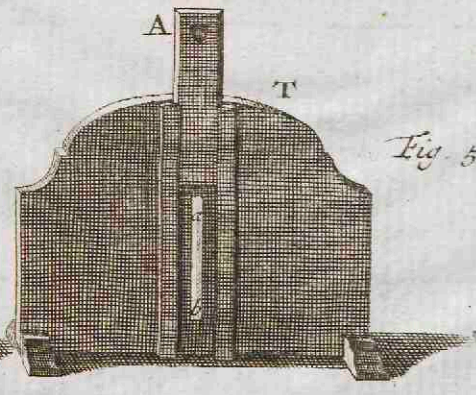
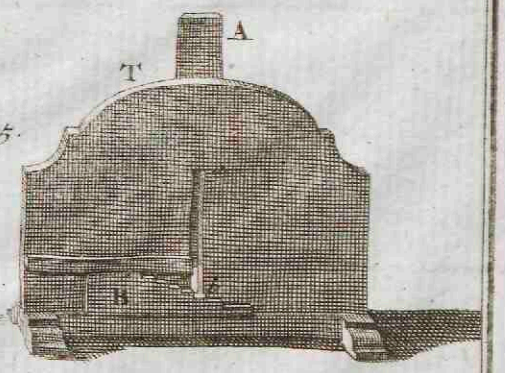
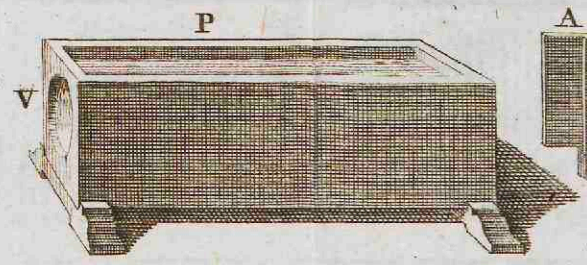


Fig. 5.



TAB. LXXXVIII.



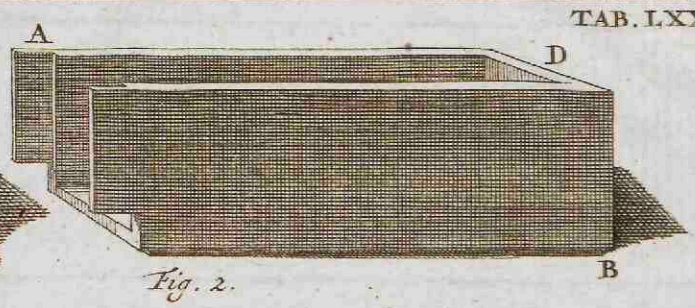
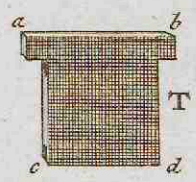
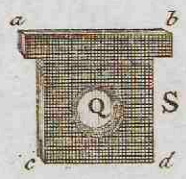


Fig. 2.

Fig. 1.





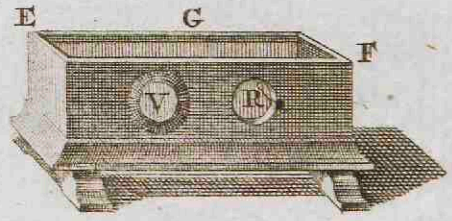
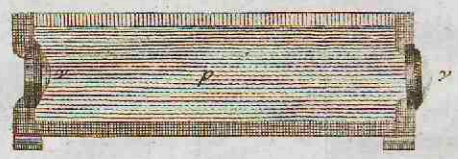


Fig. 3.



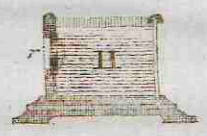
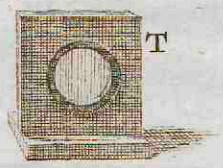






Fig. 4.



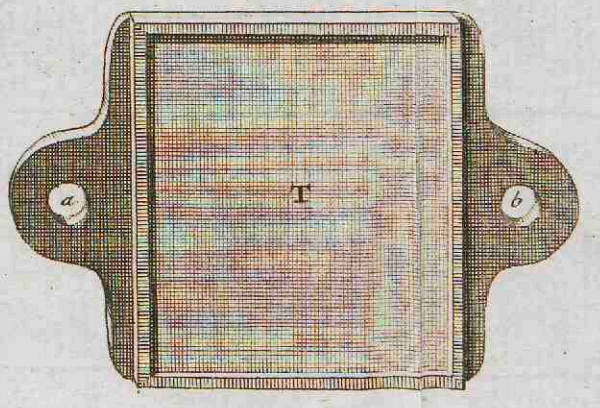
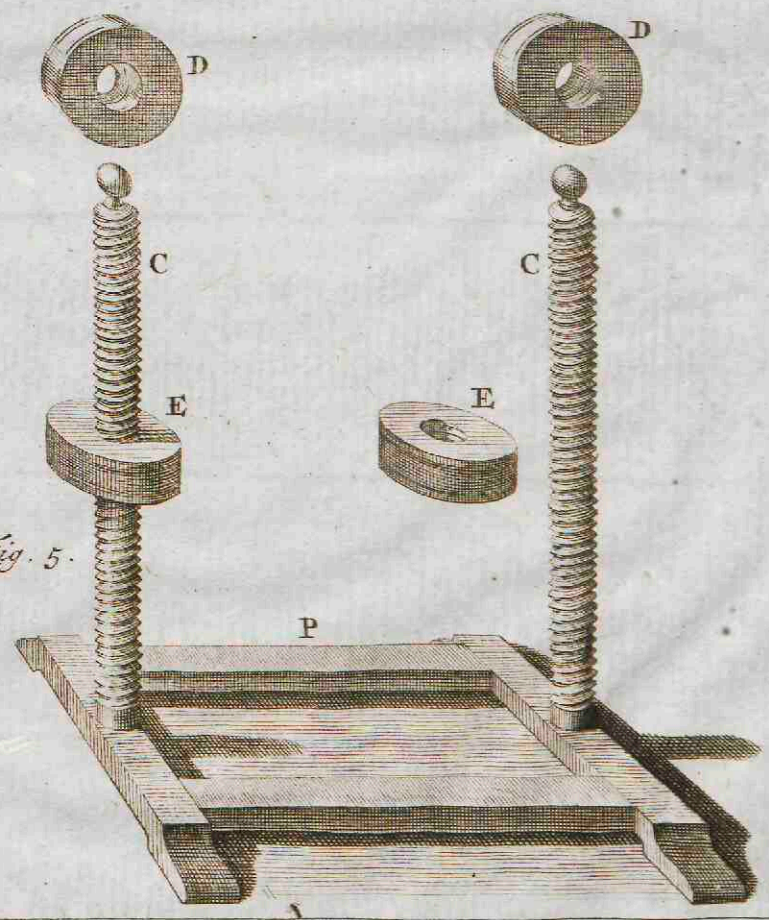
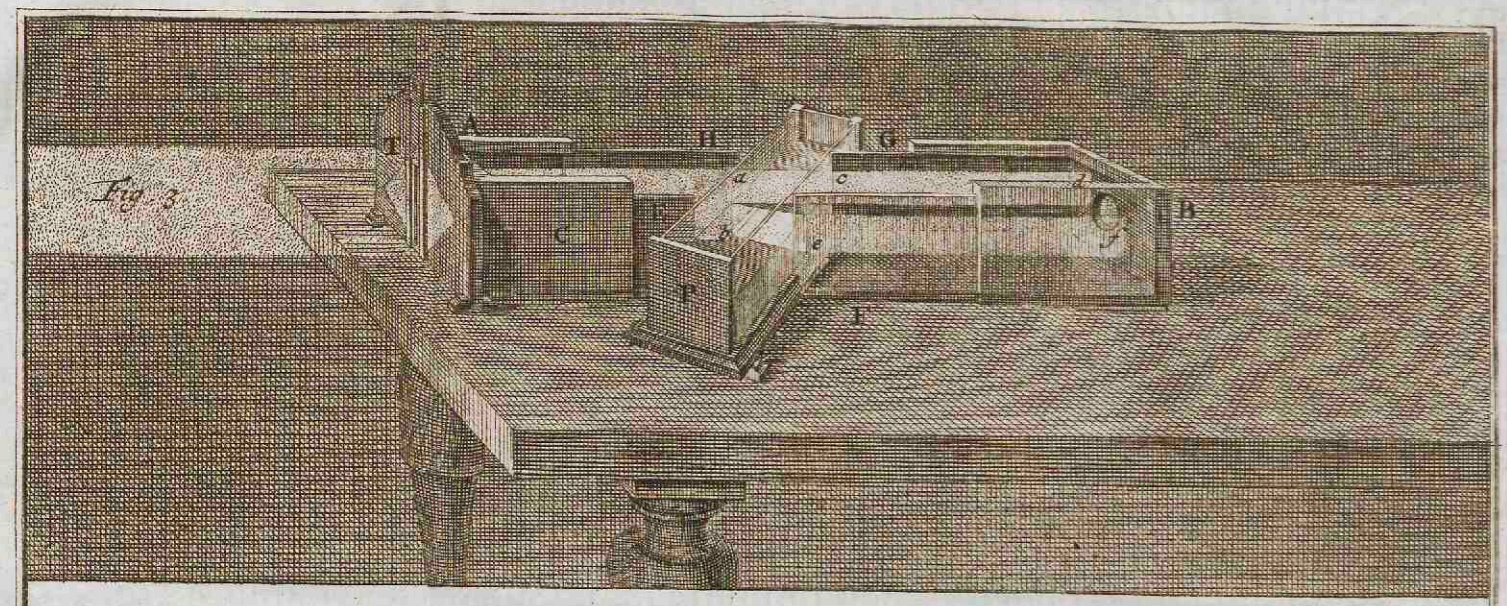


Fig. 5.




Fig. 3.
A
H
G
I
C
E
a
c
b
e
B
F
T

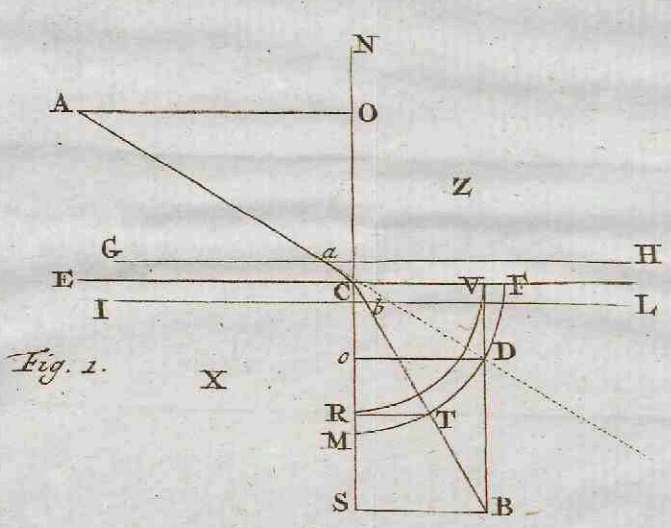

N
A
O
Z
G
a
H
E
C
V
F
I
L
b
o
D
R
T
M
S
B
X

Fig. 1.

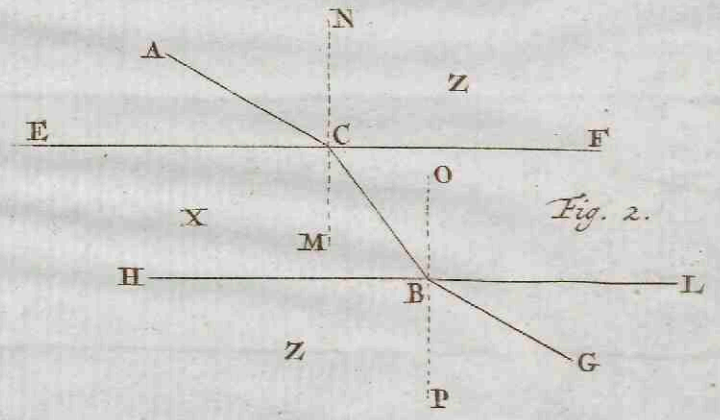
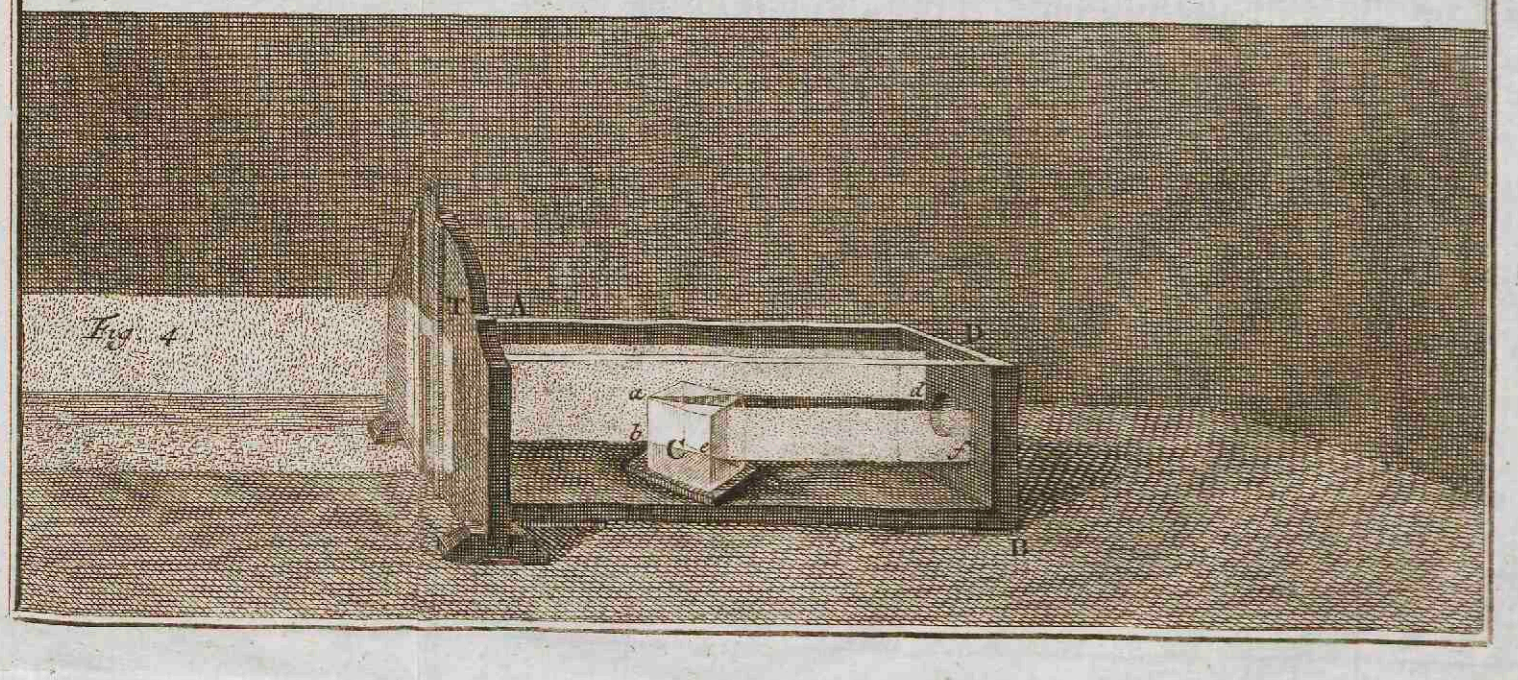

N
A
Z
E
C
F
O
X
M
H
B
L
Z
G
P

Fig. 2.


Fig. 4.
T
A
D
a
d
b
C
e
f
B

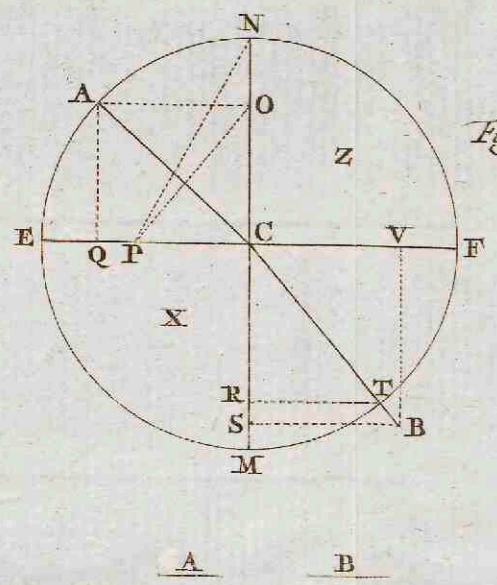


Fig. 5.

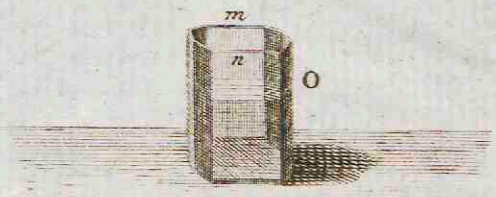
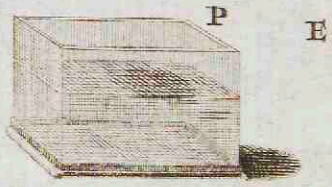


Fig. 7.



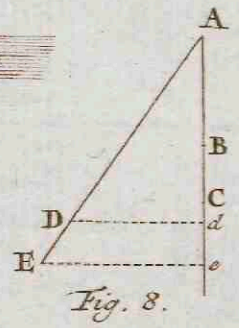
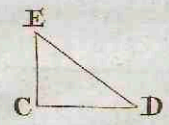


Fig. 8.

A B

Fig. 3.



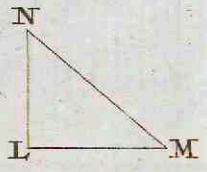
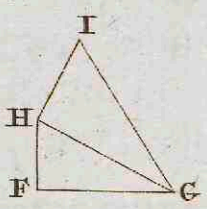


Fig. 4.



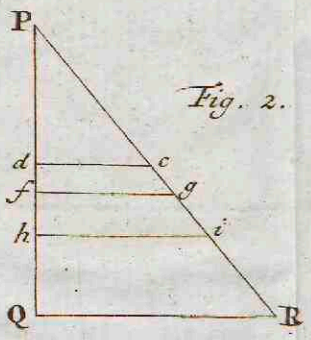


Fig. 2.

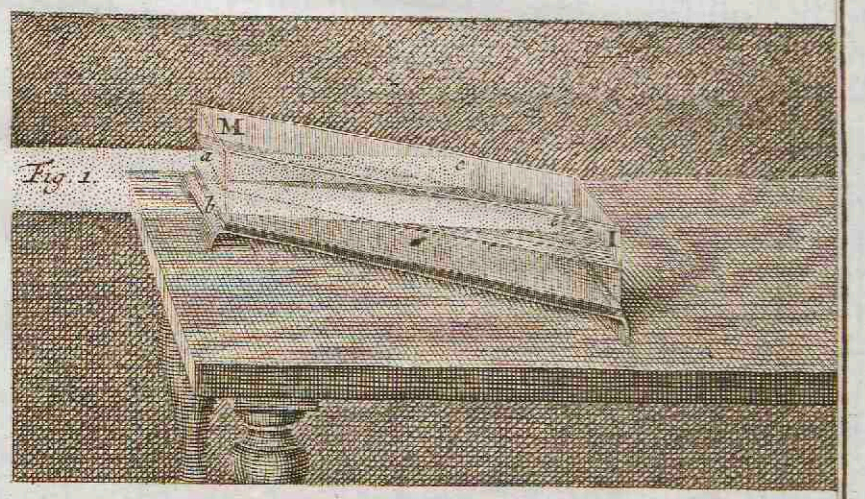


Fig. 1.

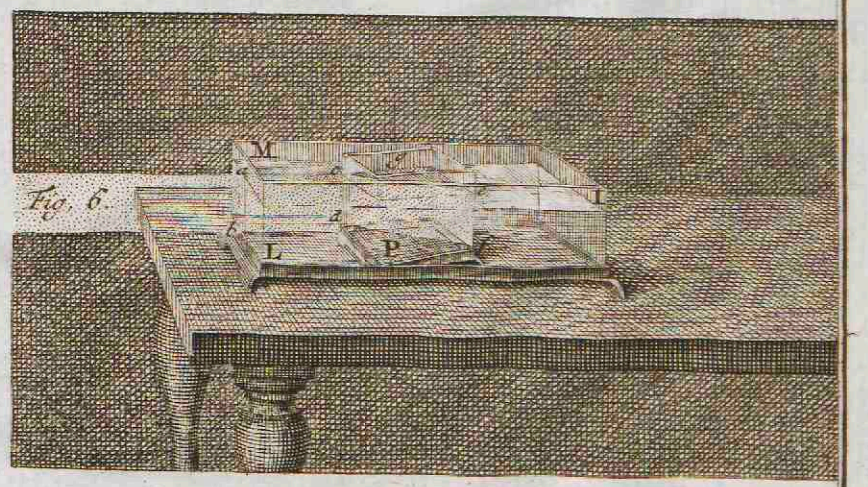
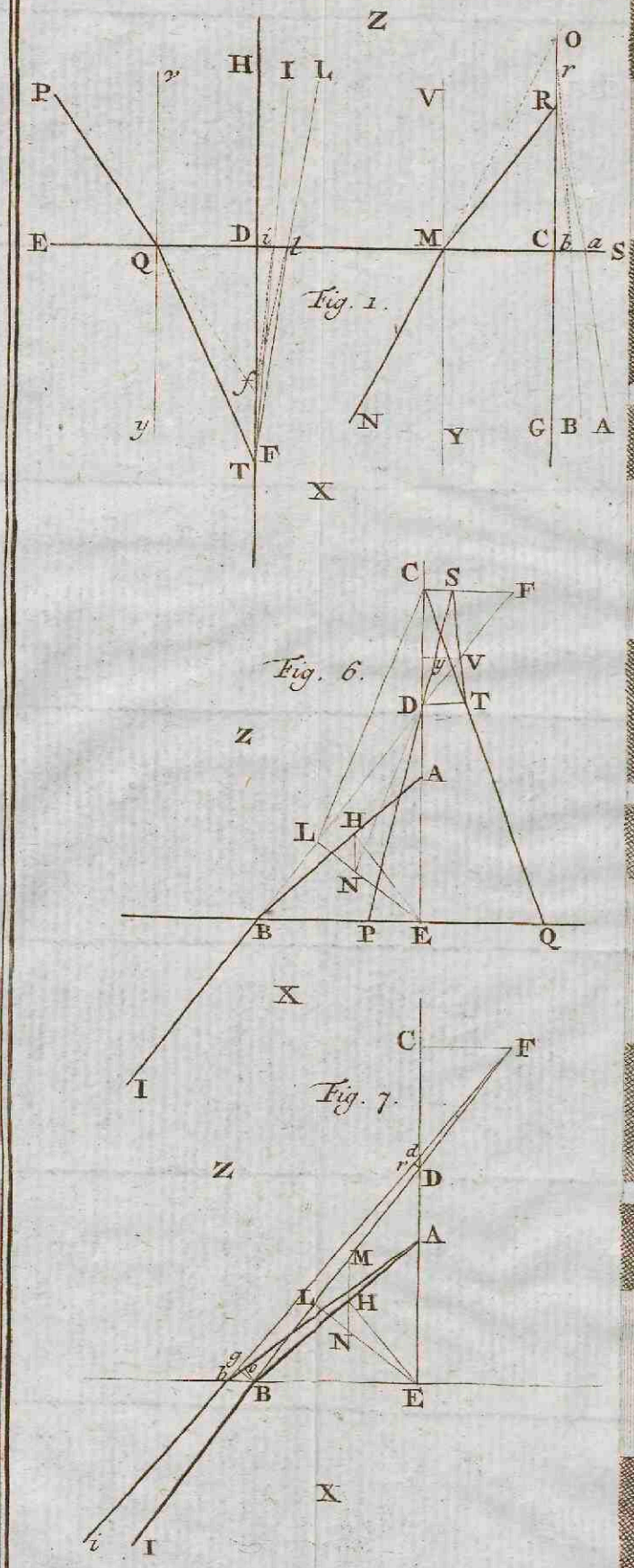
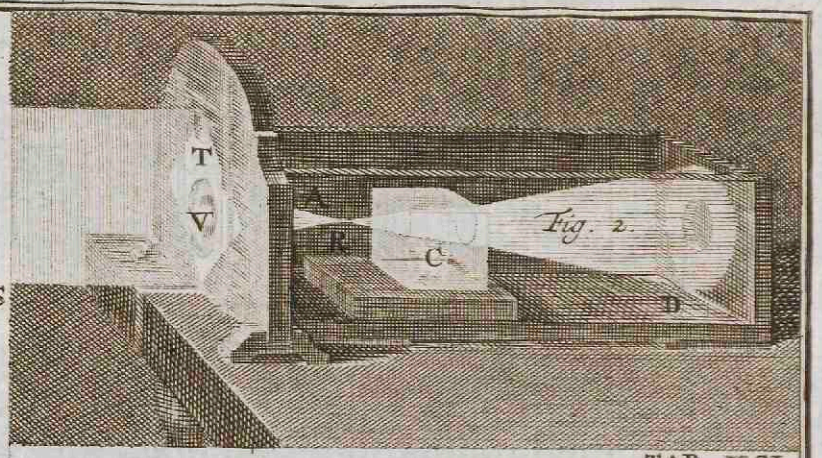
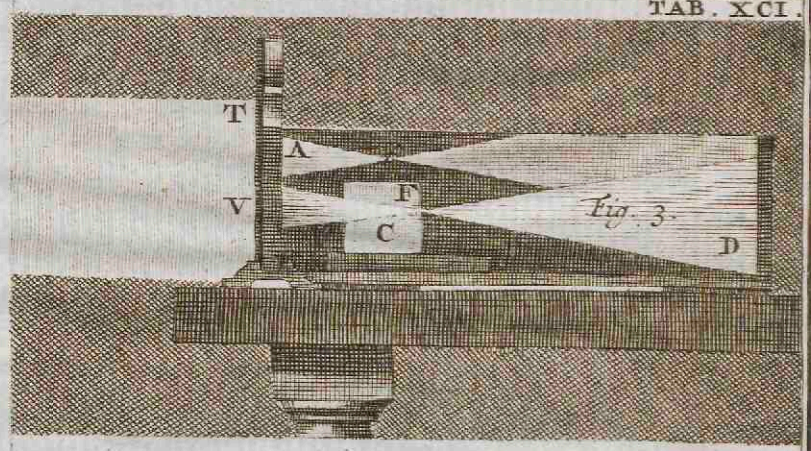


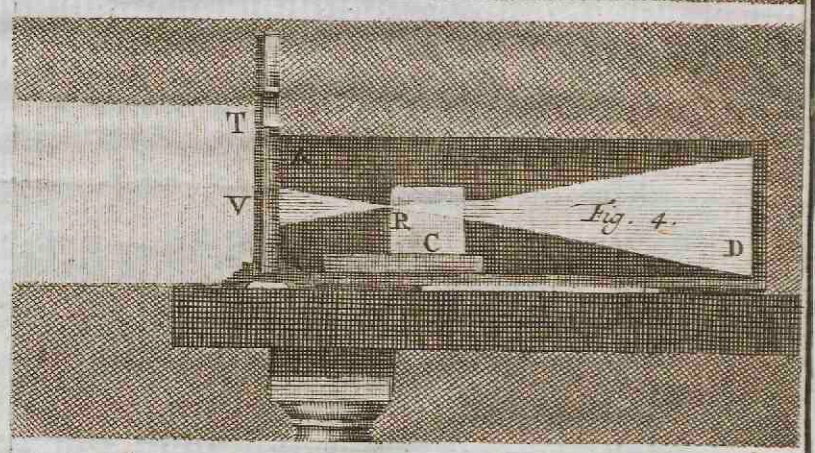
Fig. 6.

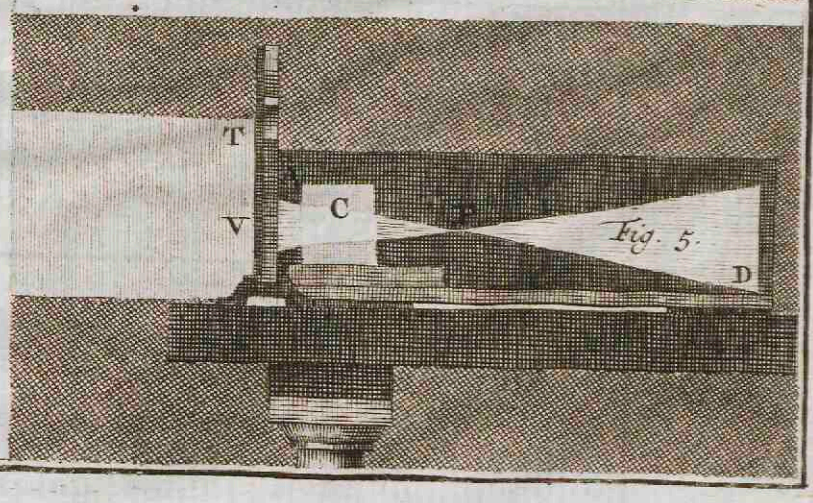

Z
H I L
P
V
R
O
r
E
D
i
l
M
C
b
a
S
Q
Fig. 1.
f
y
N
Y
G B A
T
F
X


T
V
A
F
C
Fig. 2.
D

TAB. XCI.


T
A
V
F
C
Fig. 3.
D


T
A
V
R
C
Fig. 4.
D


T
V
C
Fig. 5.
D

C
S
F
Fig. 6.
y
V
D
T
Z
A
L
H
N
B
P
E
Q
X
C
F
Fig. 7.
Z
r
d
D
A
M
L
H
N
g
b
e
B
E
X
i
I

Fig. 1.

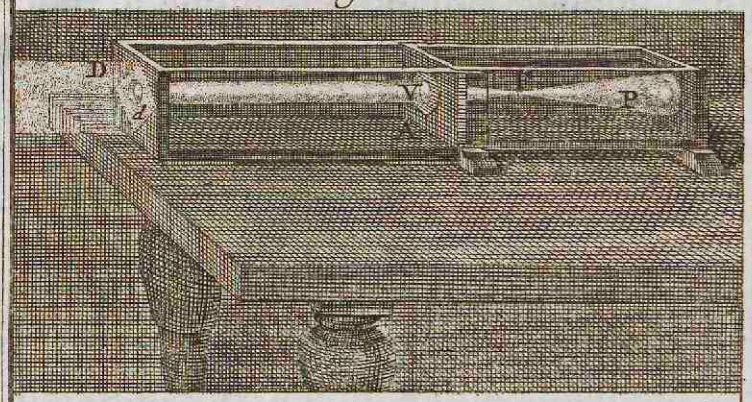


Fig. 2.

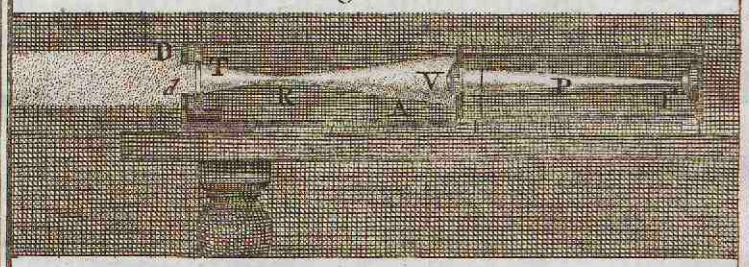


Fig. 3.

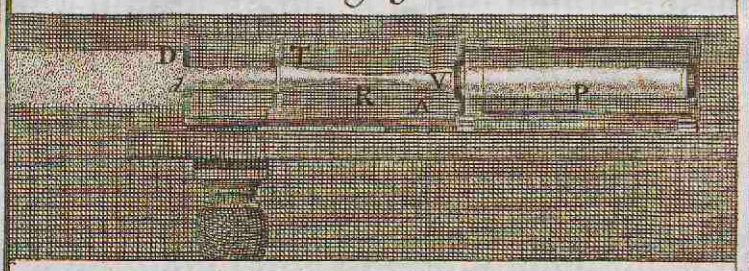


Fig. 4.

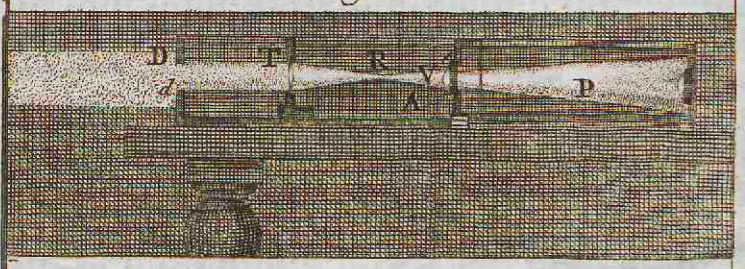


Fig. 5.

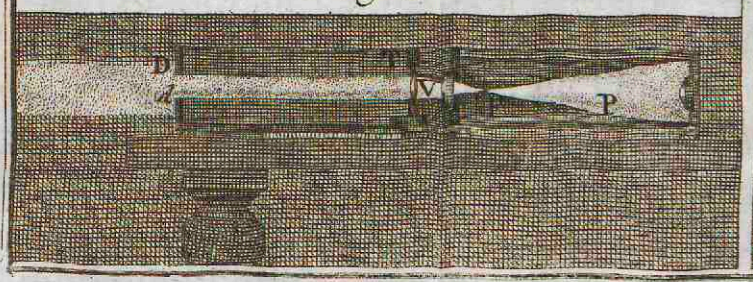


Fig. 6.

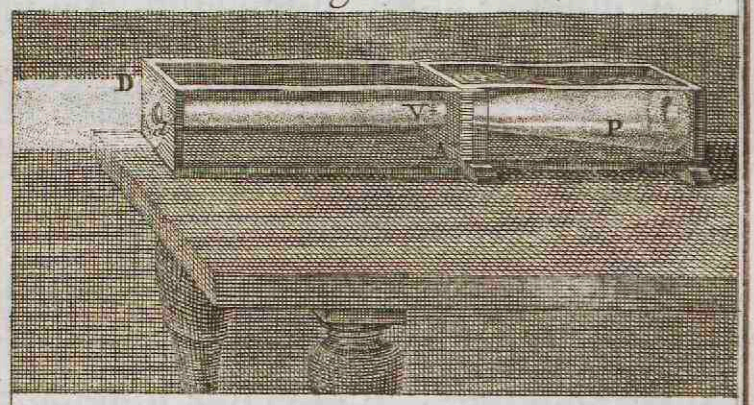


Fig. 7.

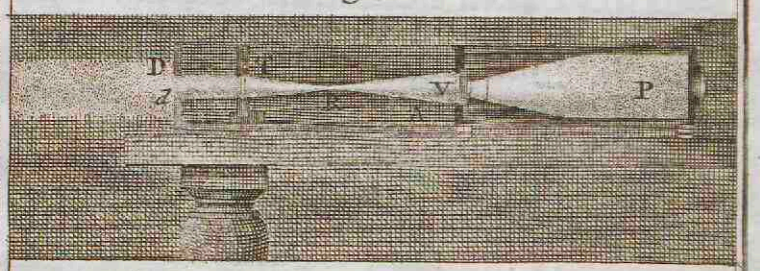


Fig. 8.

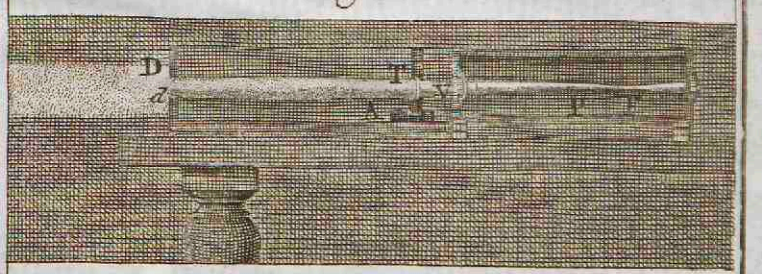


Fig. 9.

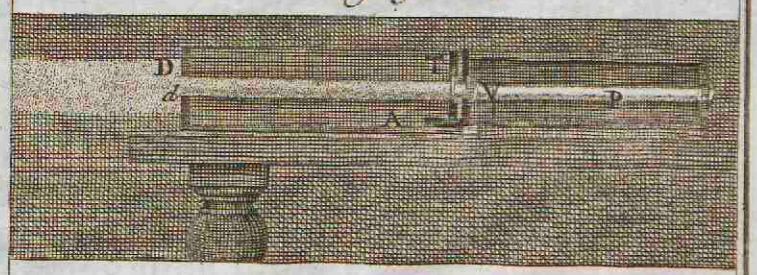
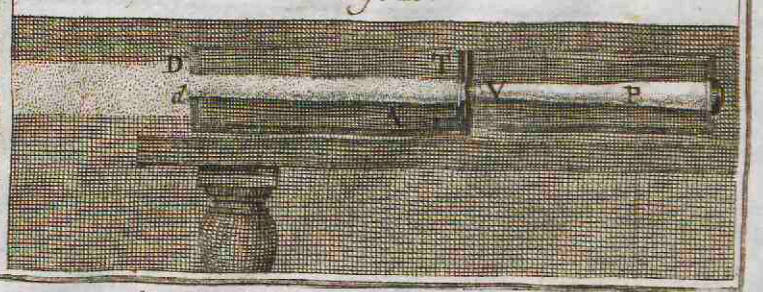


Fig. 10.



TAB. XCIII.

Fig. 1.

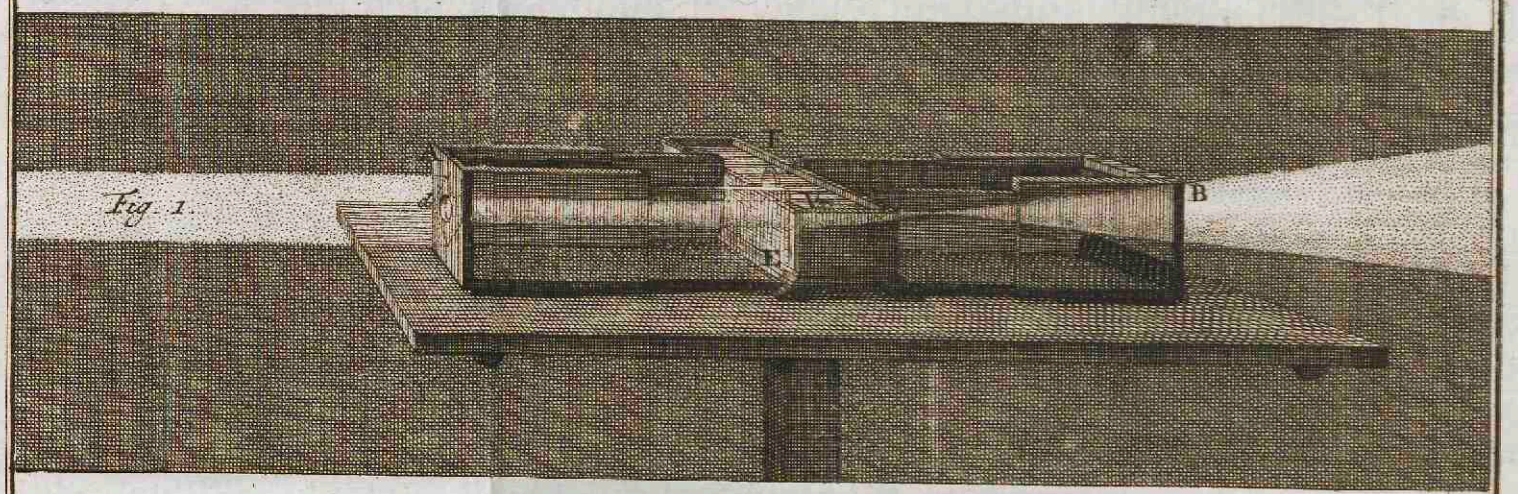


Fig. 2.

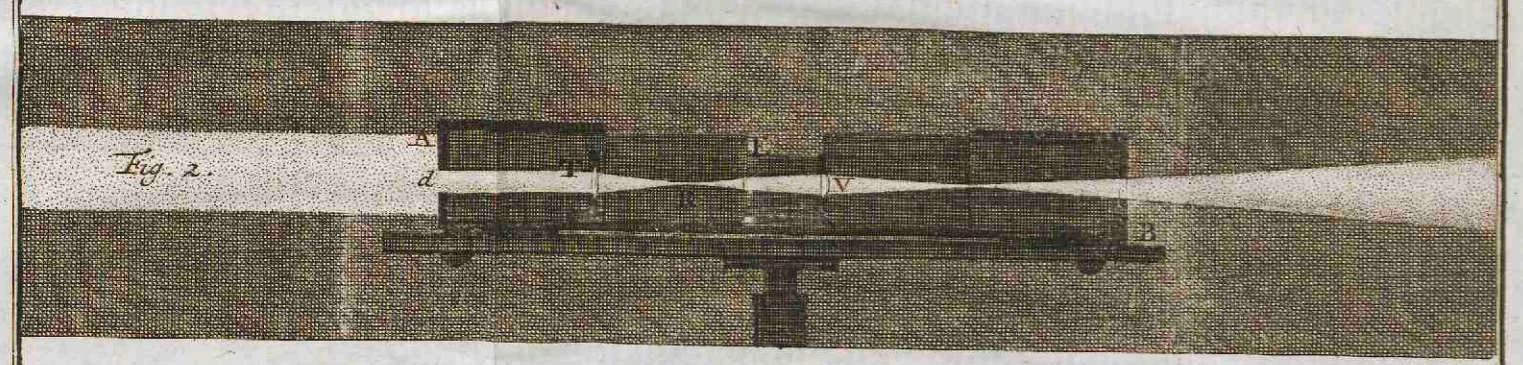
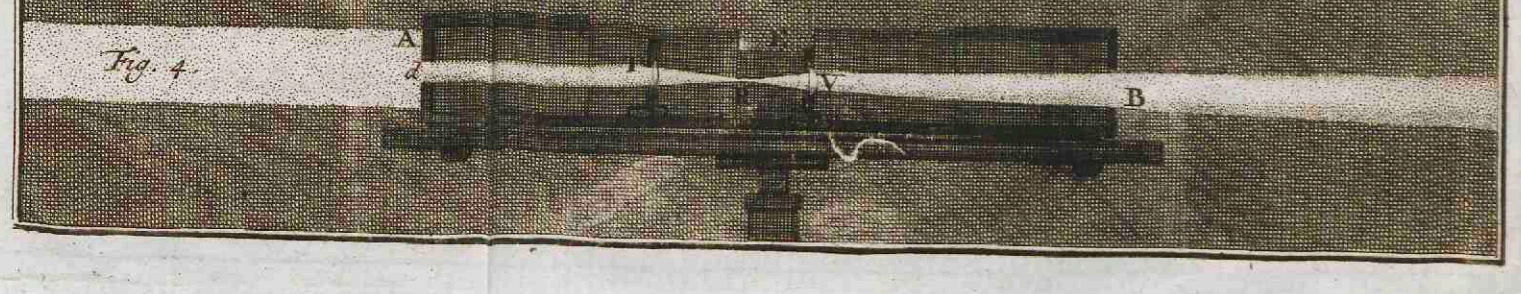


Fig. 3.



Fig. 4.



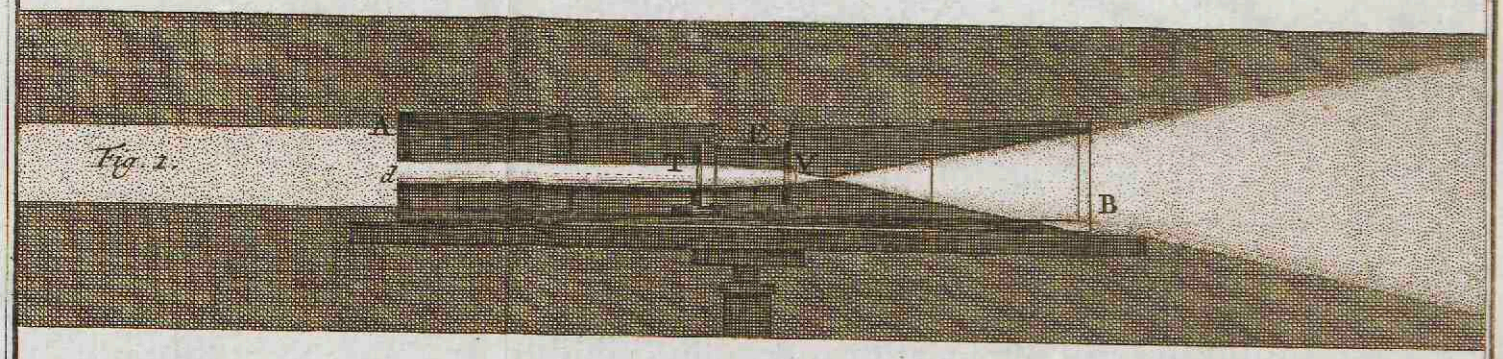


Fig. 1.

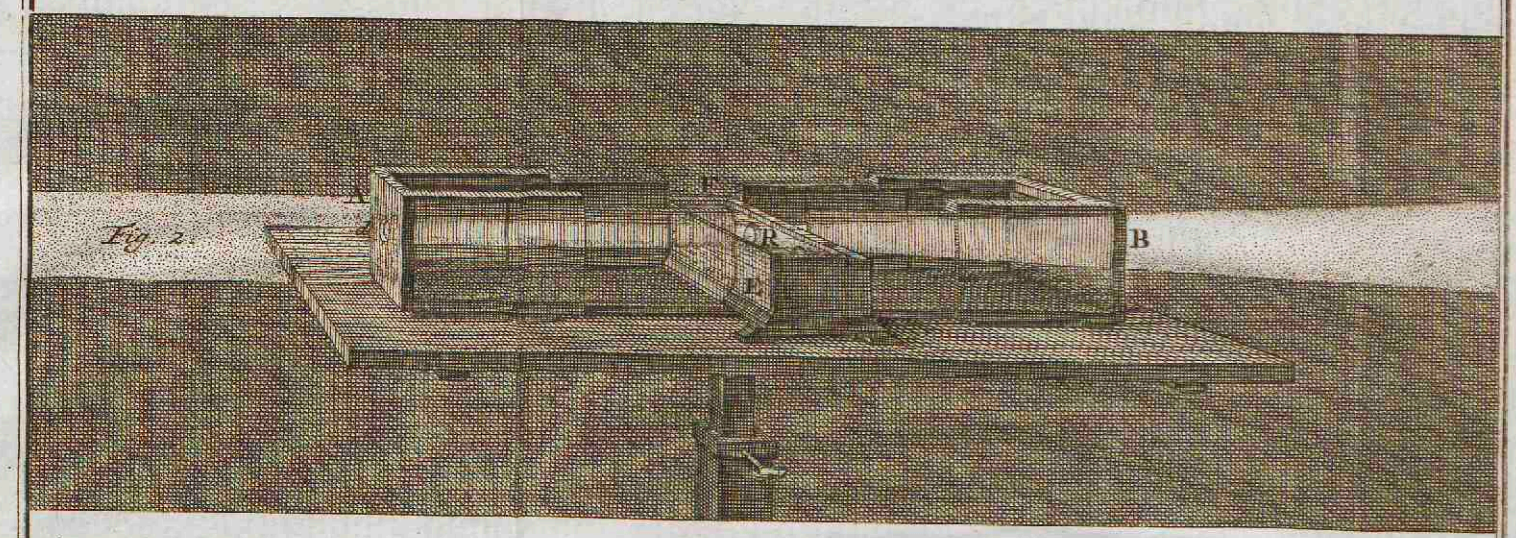


Fig. 2.

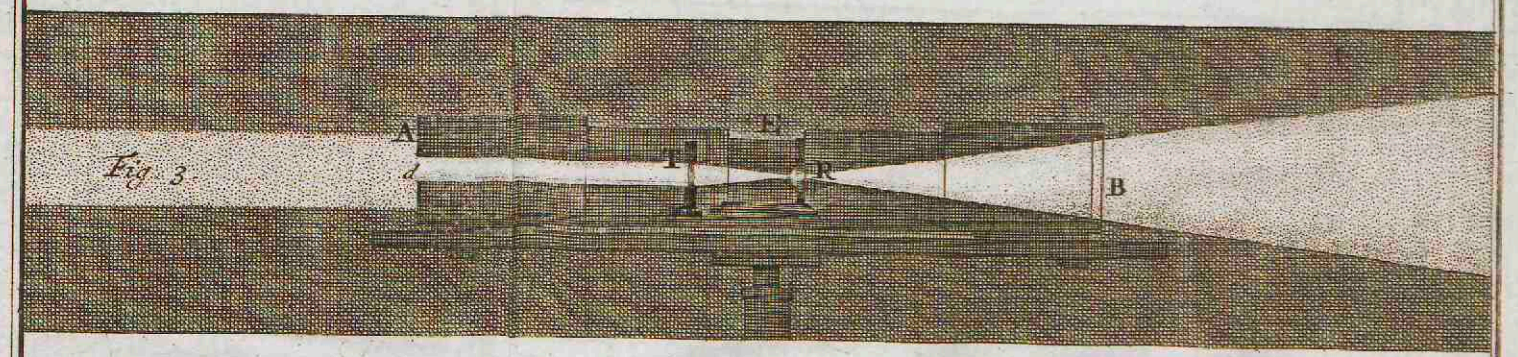


Fig. 3.

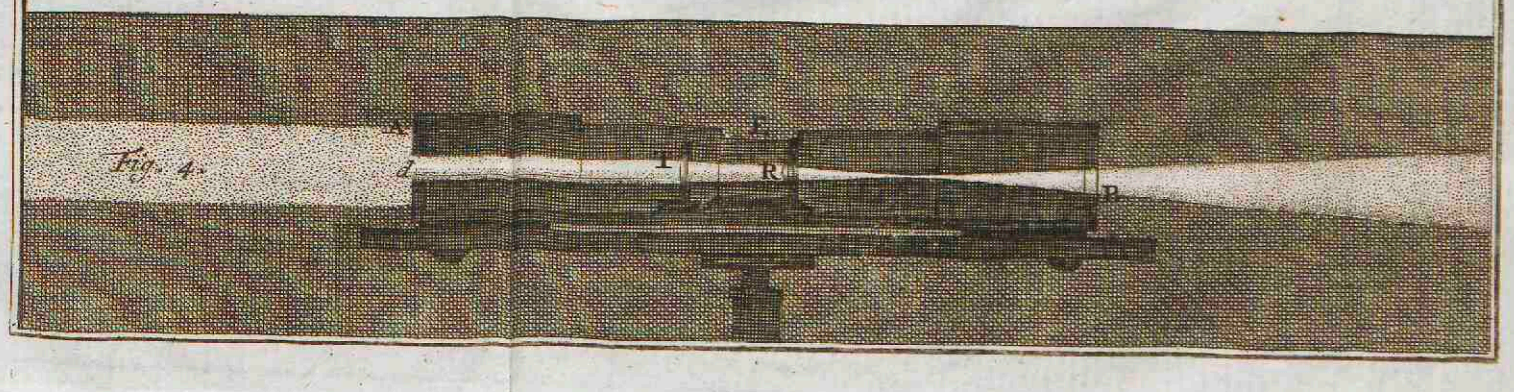
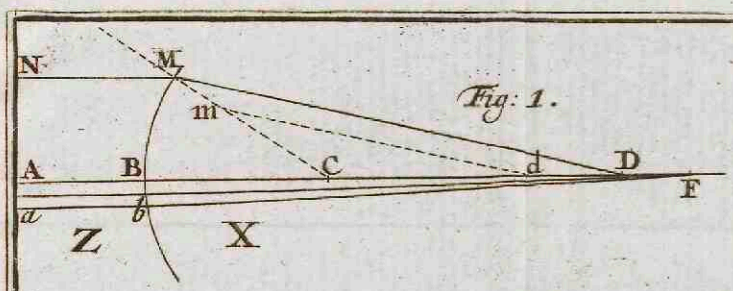
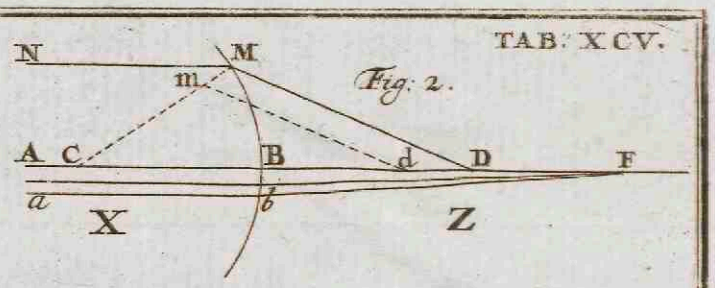
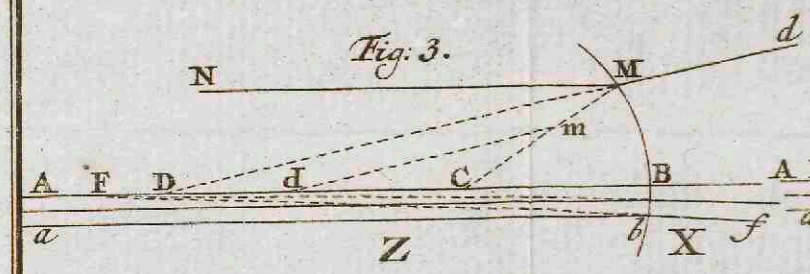
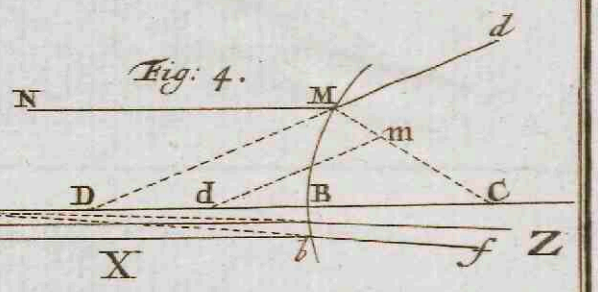


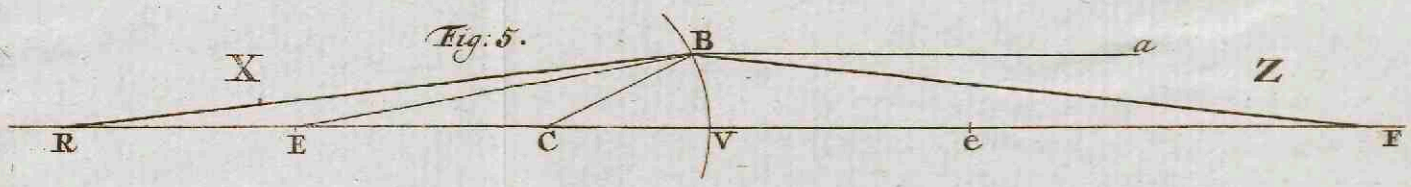
Fig. 4.

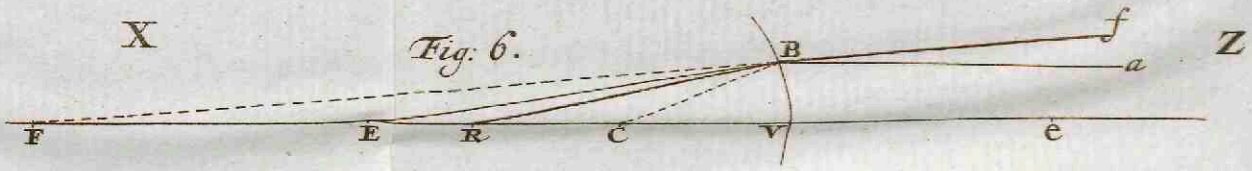

Fig: 1.
N
M
m
A
B
C
d
D
F
a
b
Z
X

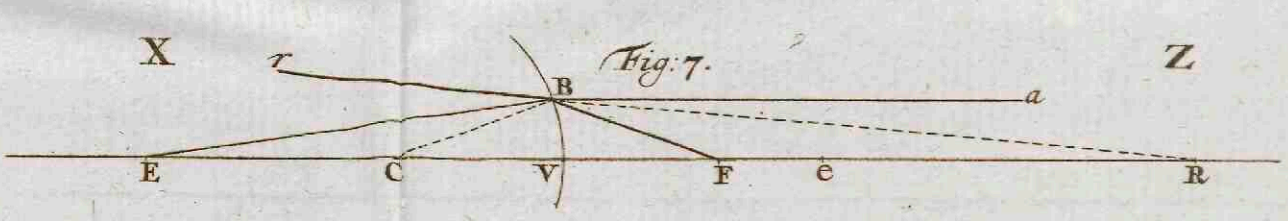

Fig: 2.
N
M
m
A
C
B
d
D
F
a
b
X
Z

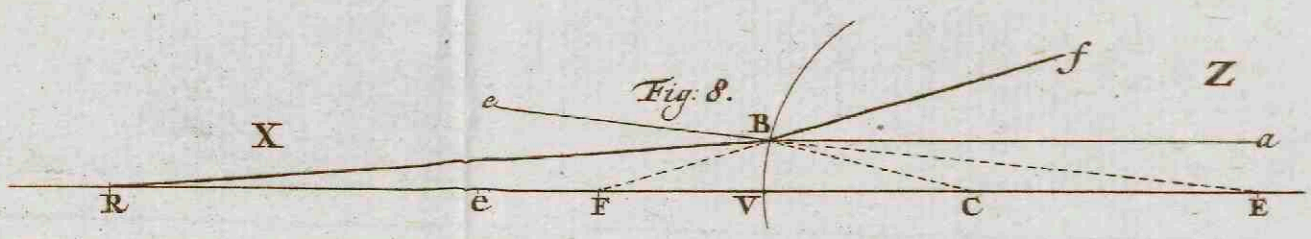

Fig: 3.
d
N
M
m
A
F
D
d
C
B
a
b
f
Z
X

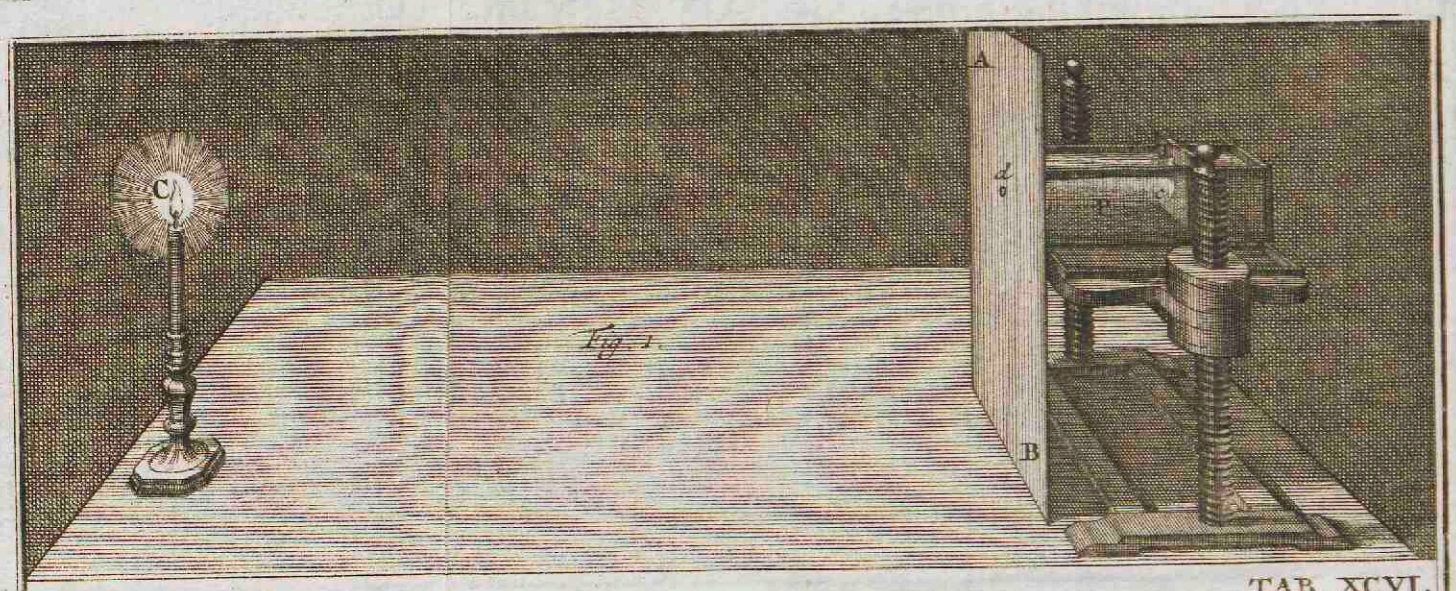

Fig: 4.
d
N
M
m
A
F
D
d
B
C
a
b
f
X
Z


Fig: 5.
X
B
a
Z
R
E
C
V
e
F

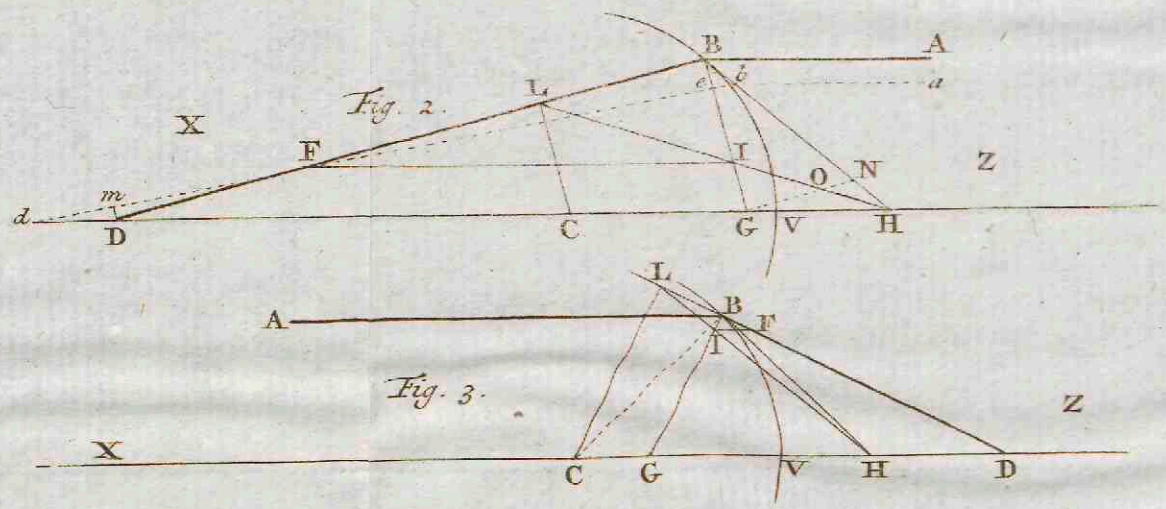

X
Fig: 6.
f
B
a
Z
F
E
R
C
V
e


X
r
Fig: 7.
B
a
Z
E
C
V
F
e
R

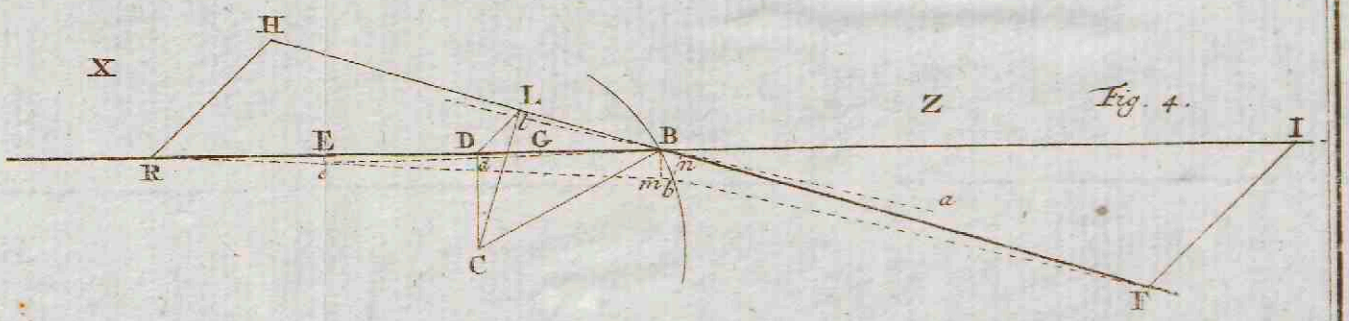

Fig: 8.
f
Z
e
B
X
a
R
e
F
V
C
E

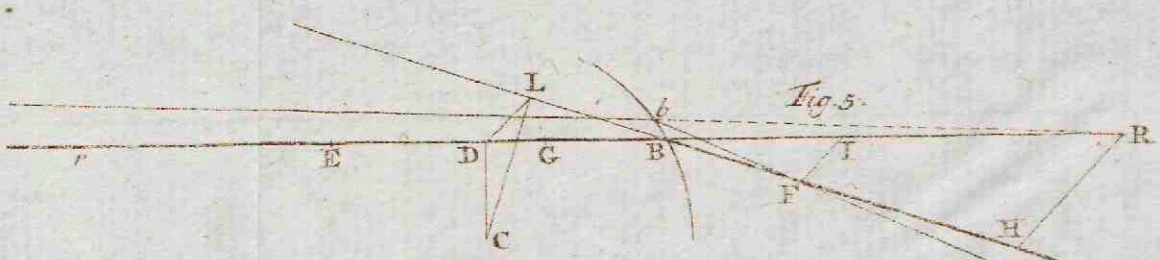

C
A
B
Fig. 1.

TAB. XCVI.


B
A
a
L
X
Fig. 2.
F
I
O
N
Z
m
d
D
C
G
V
H

L
B
A
F
I
Fig. 3.
Z
X
C
G
V
H
D


H
X
L
Z
Fig. 4.
I
E
D
G
B
R
m
n
a
C
F


L
Fig. 5.
b
R
r
E
D
G
B
I
F
H
C

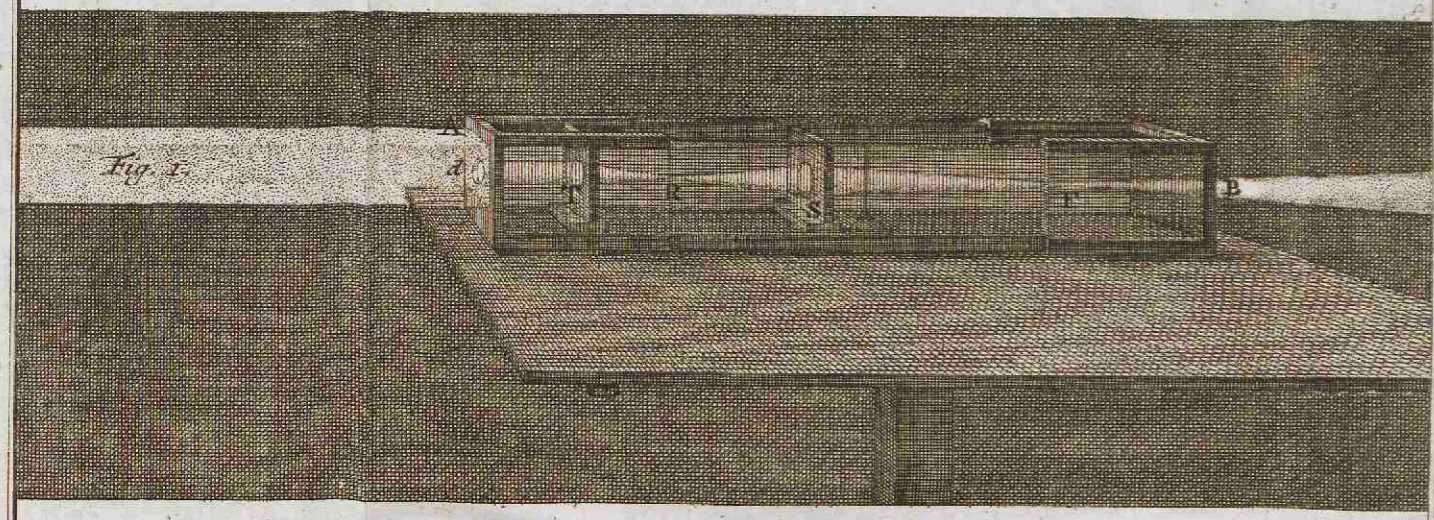


Fig. 1.

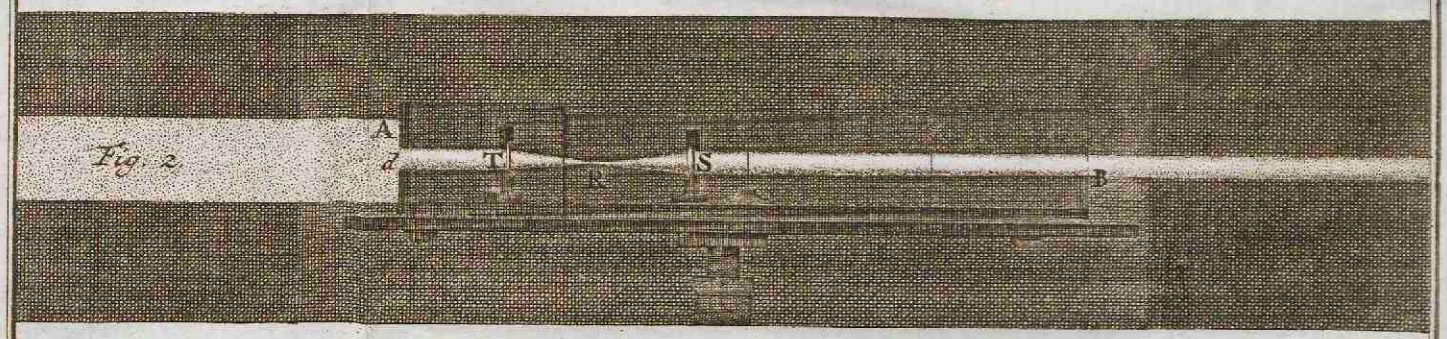


Fig. 2.

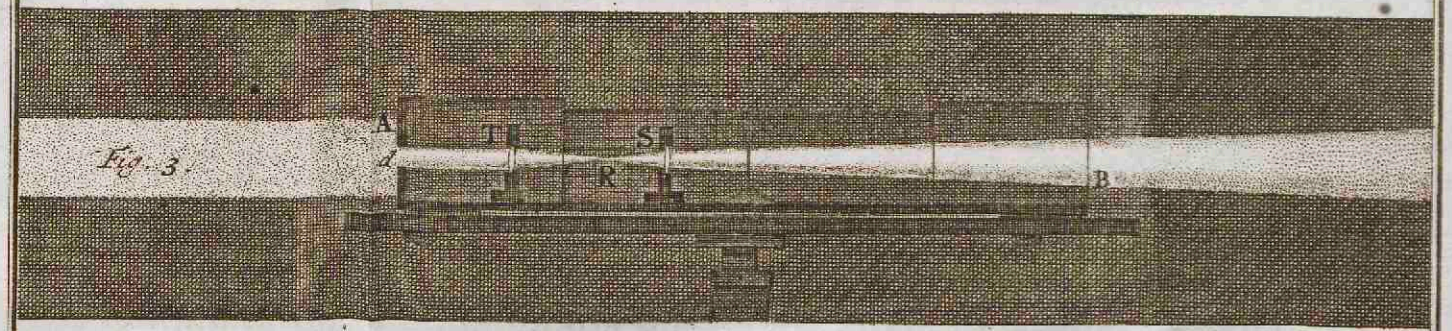


Fig. 3.

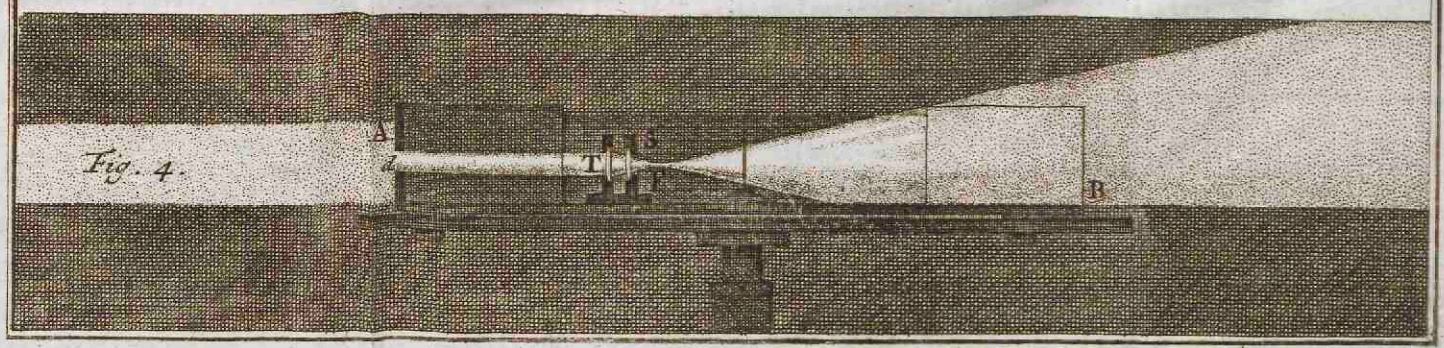


Fig. 4.

TAB. XCVIII.

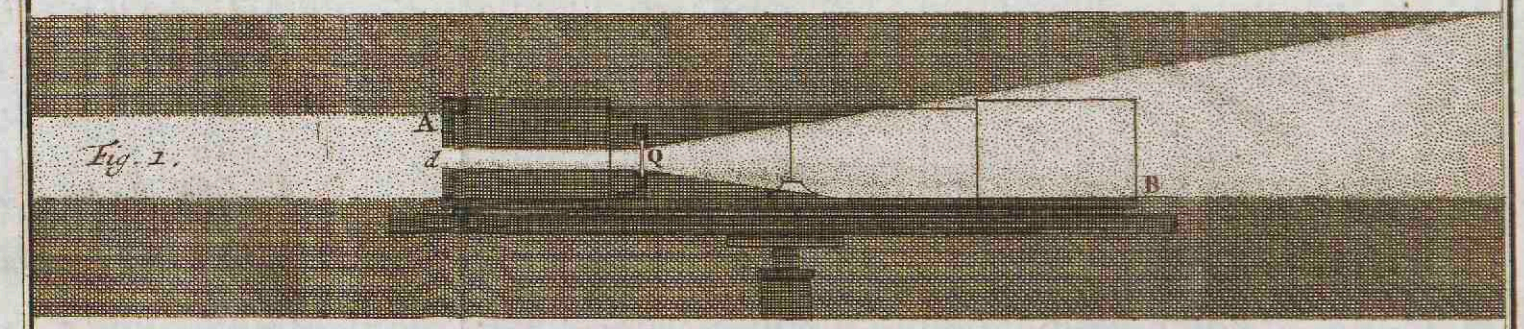


Fig. 1.

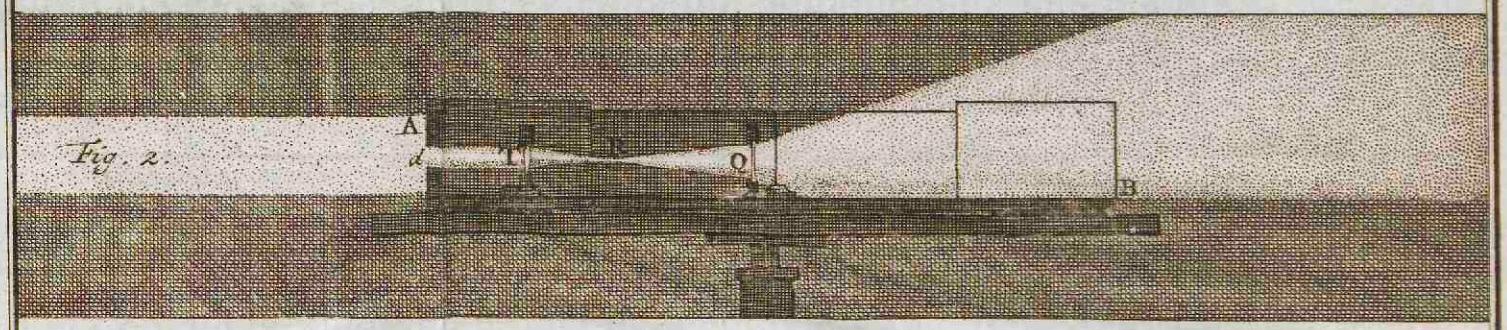


Fig. 2.

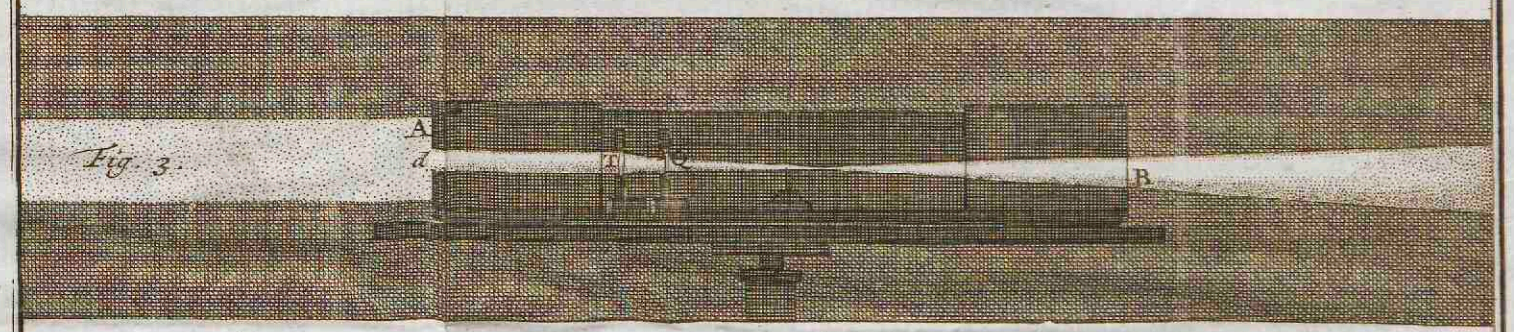


Fig. 3.

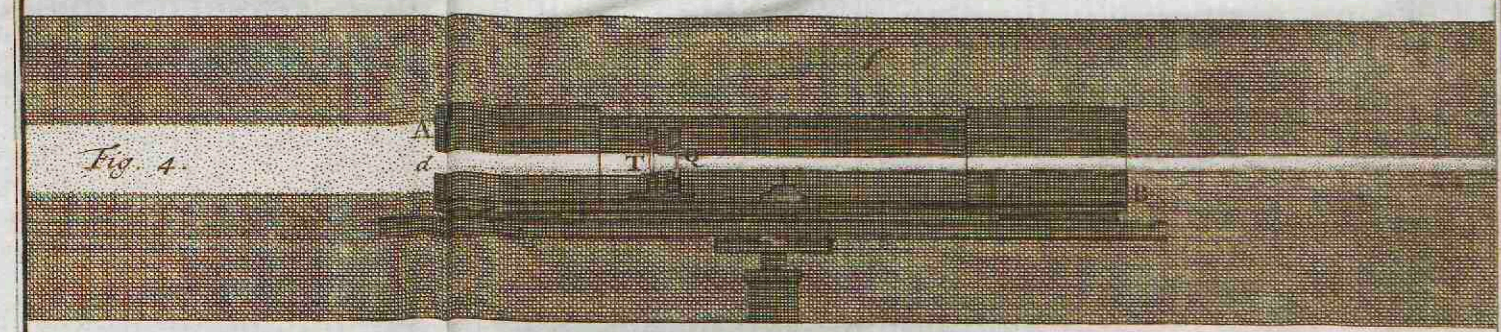


Fig. 4.

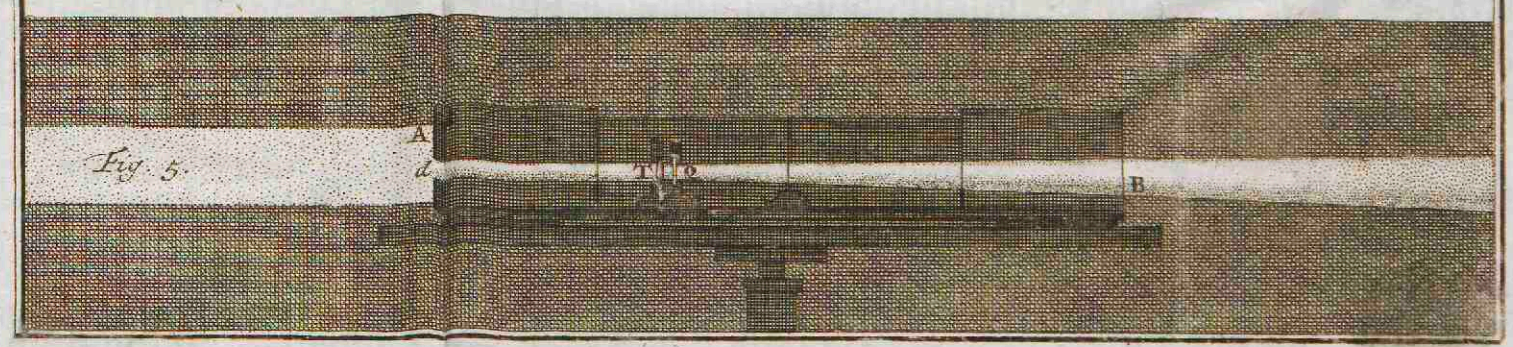


Fig. 5.

TAB: XCIX.

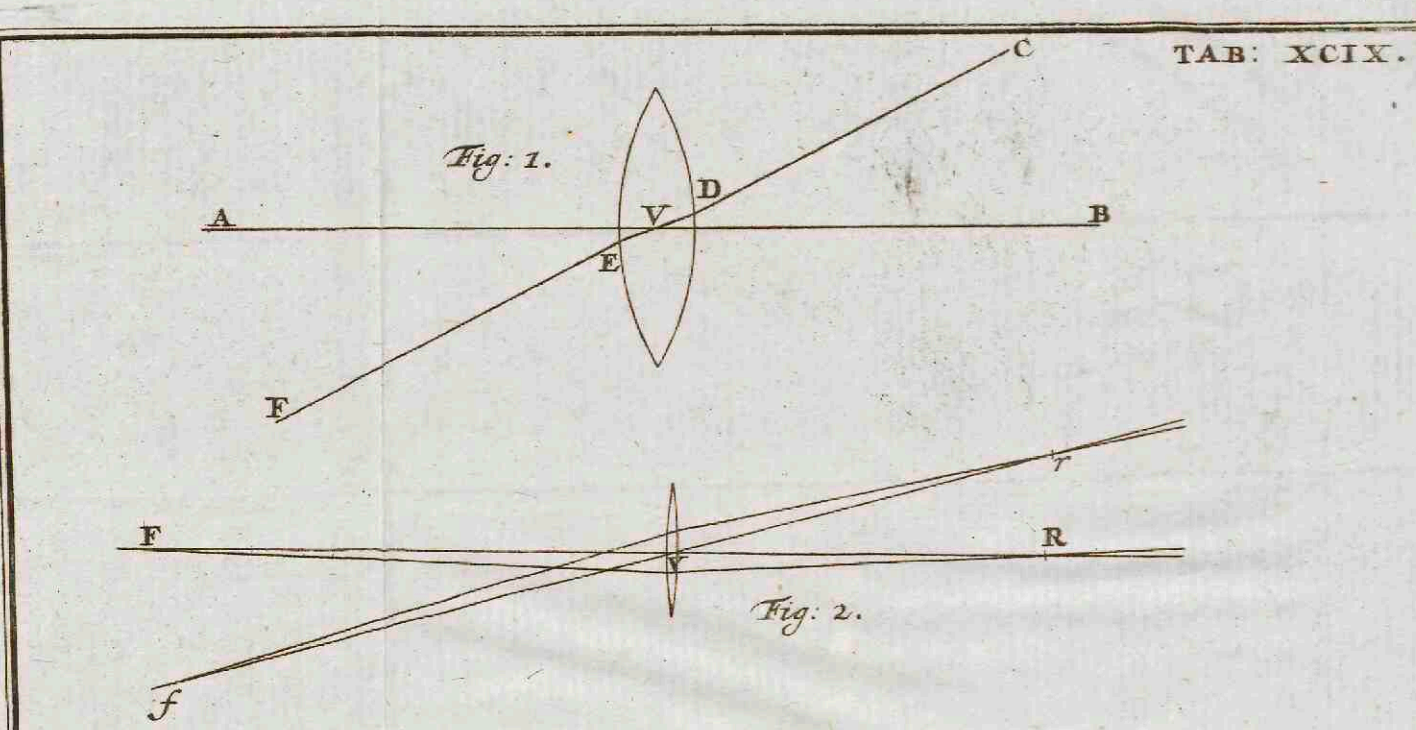


Fig: 1.

Fig: 2.

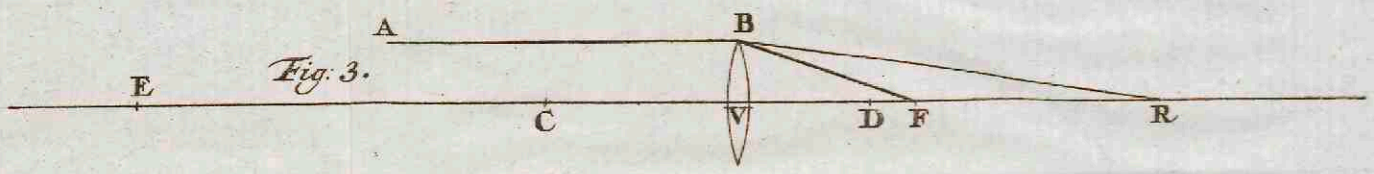


Fig: 3.

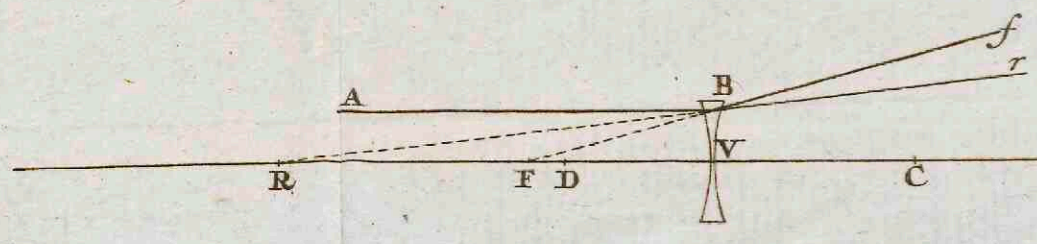


Fig: 4.

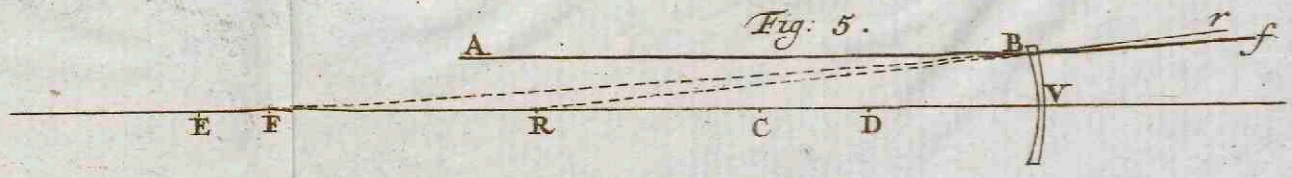


Fig: 5.

TAB. C.

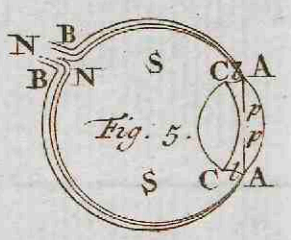


Fig. 5.

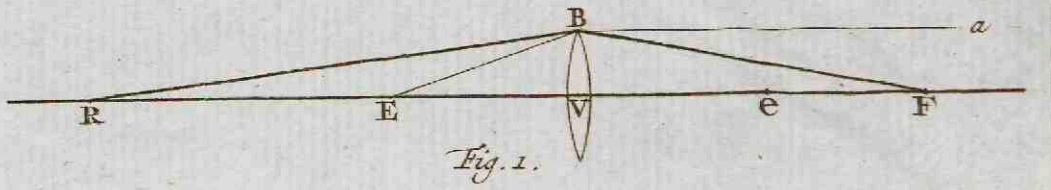


Fig. 1.

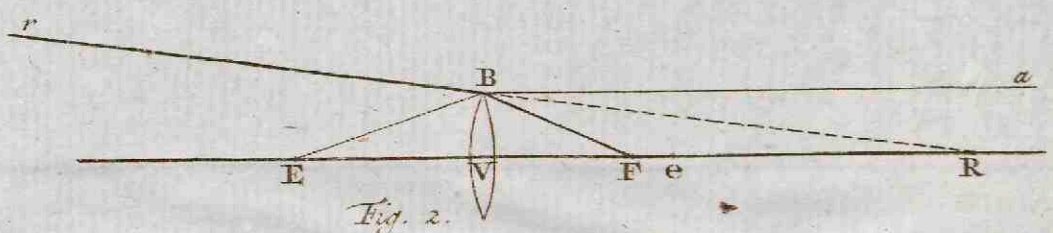


Fig. 2.


Fig. 4.

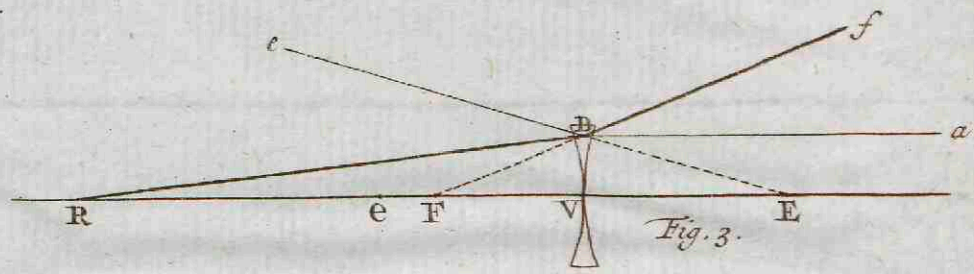


Fig. 3.

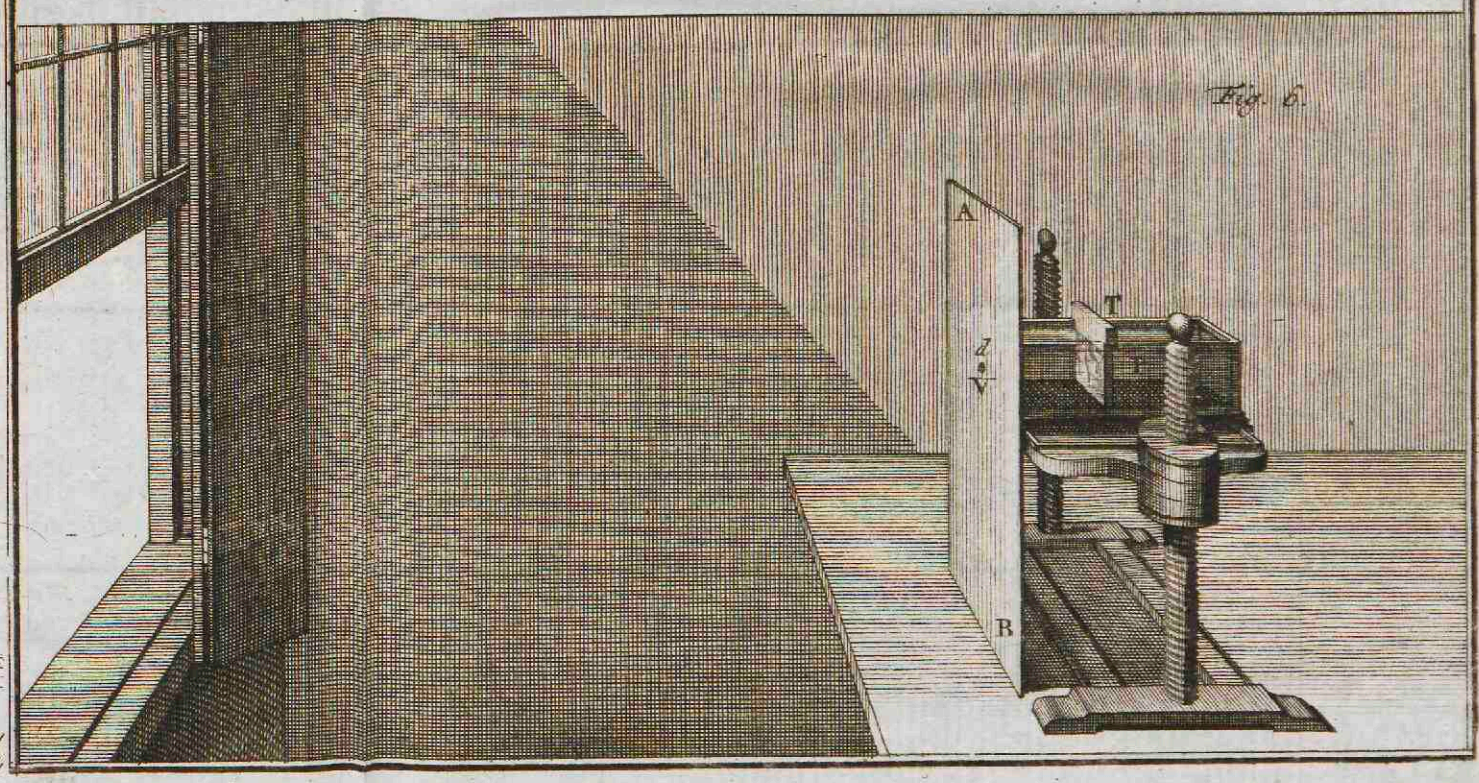


Fig. 6.

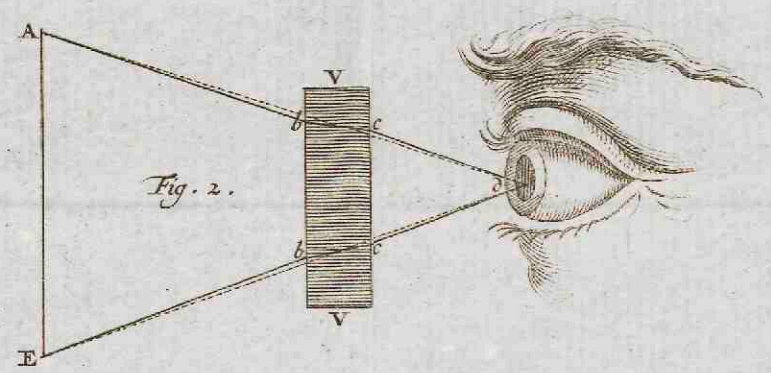


Fig. 2.

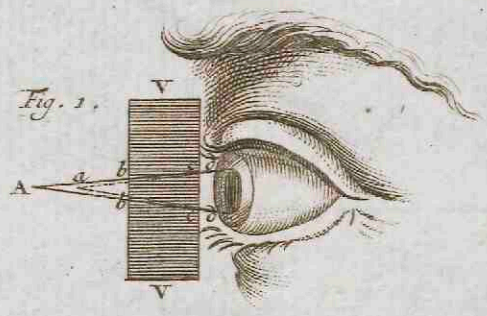


Fig. 1.

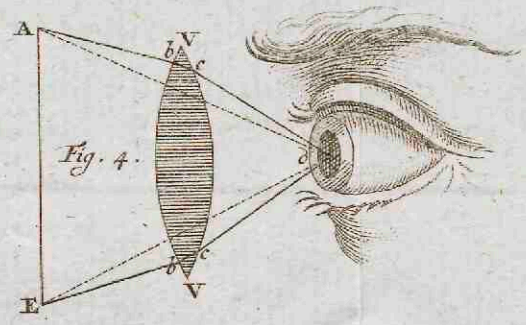


Fig. 4.

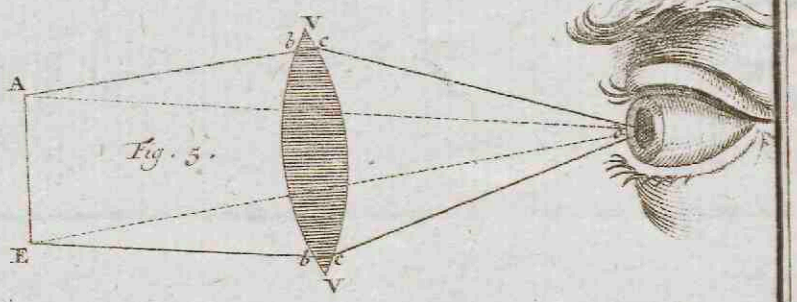


Fig. 5.

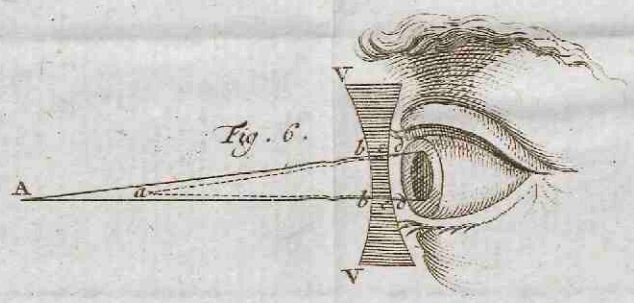


Fig. 6.

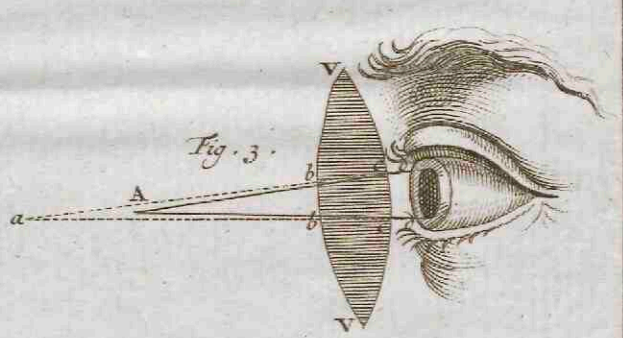


Fig. 3.

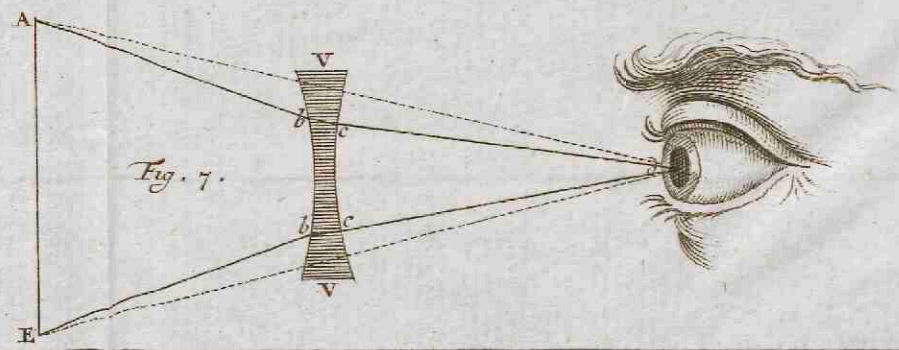


Fig. 7.

Fig. 1.

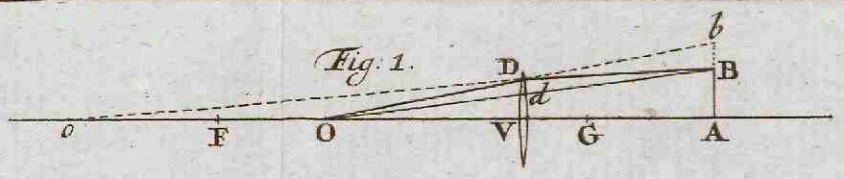


Fig. 4.

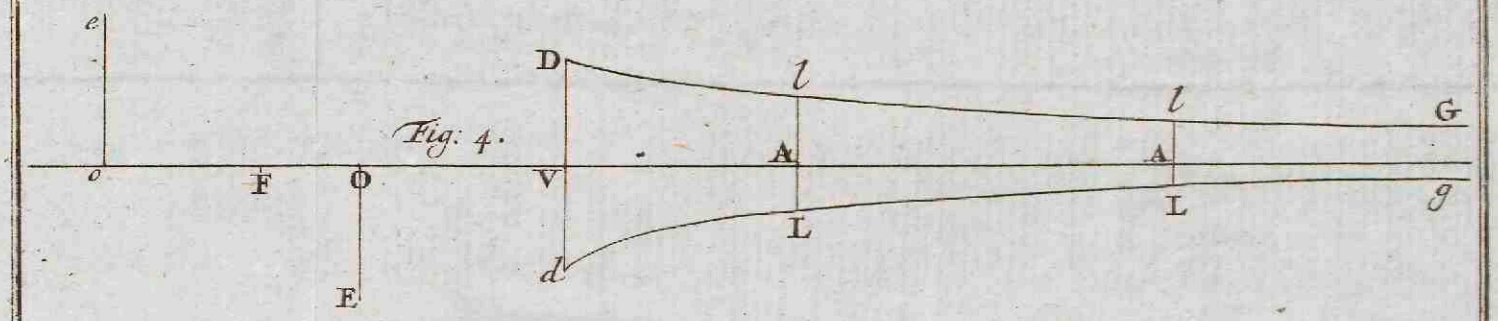


Fig. 2.

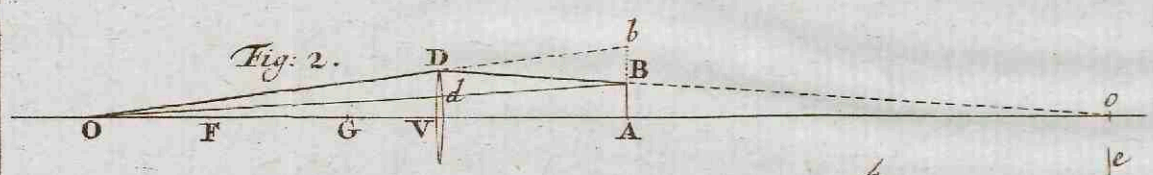


Fig. 5.

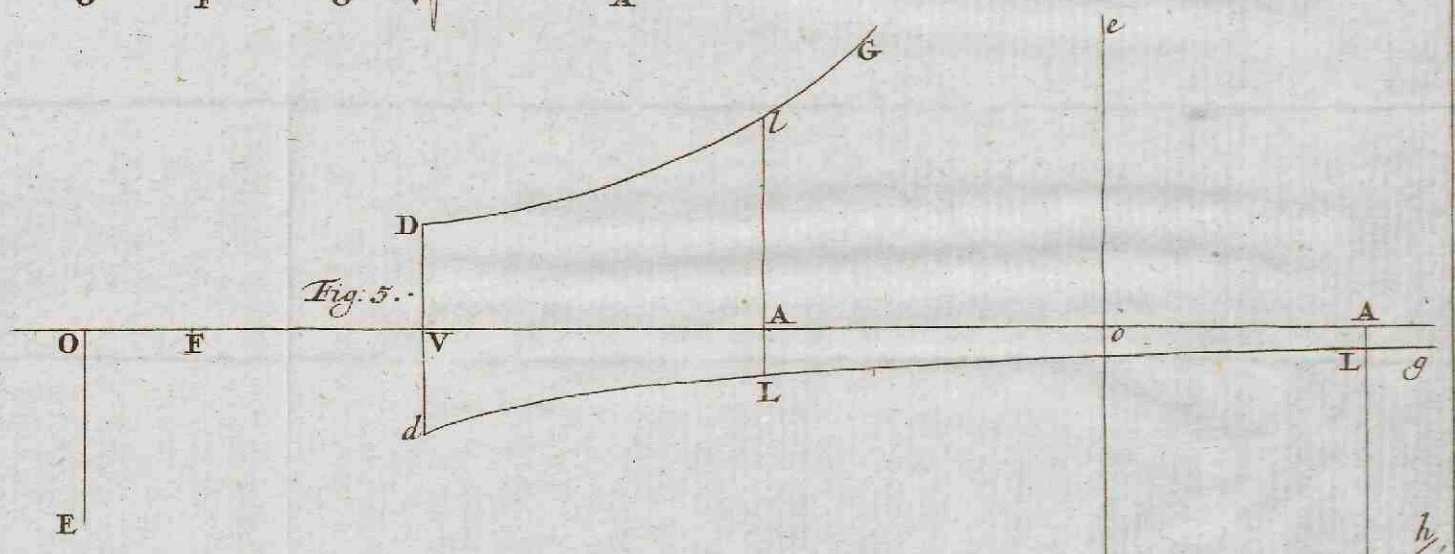


Fig. 3.

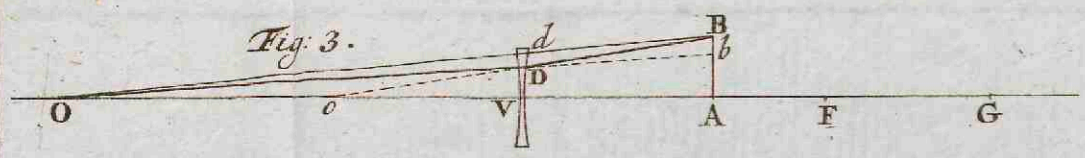


Fig. 6.

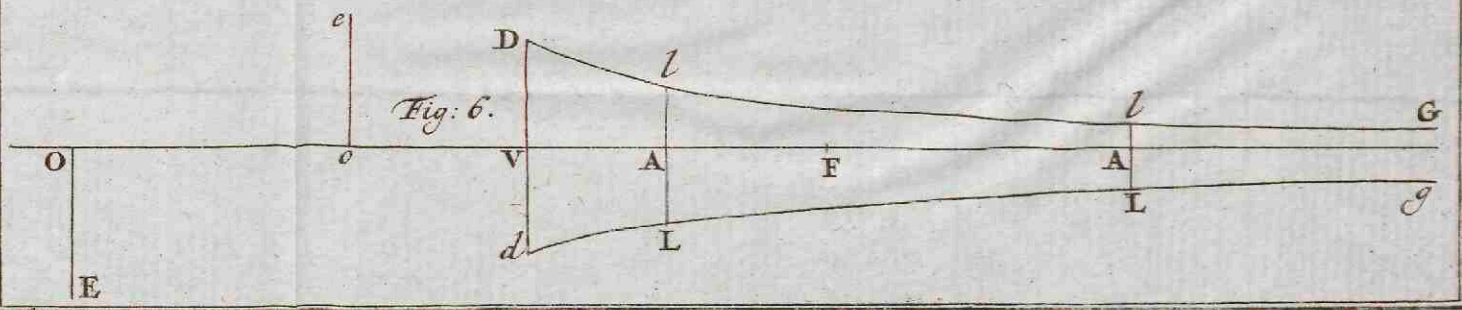


Fig. 1.

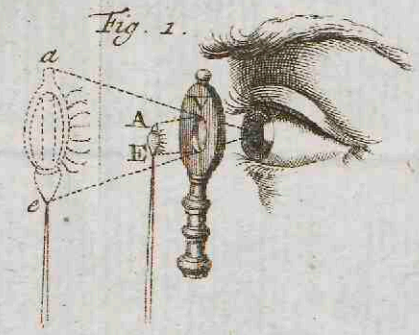
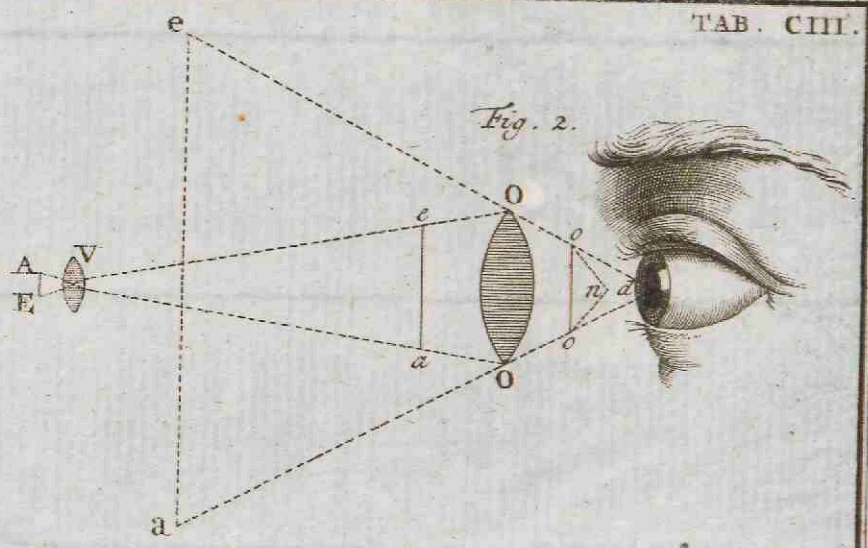


Fig. 2.



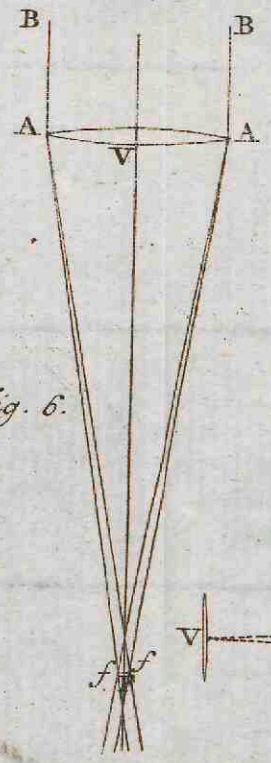


Fig. 6.

Fig. 5.

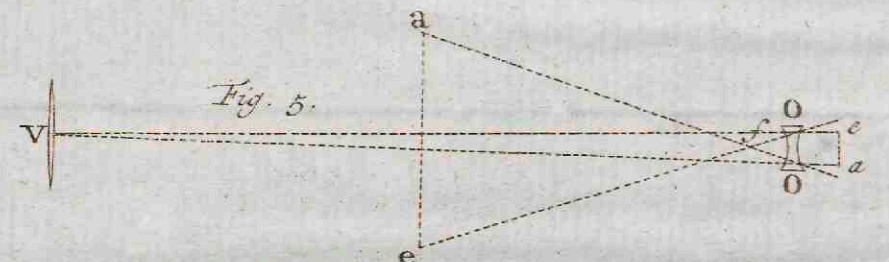
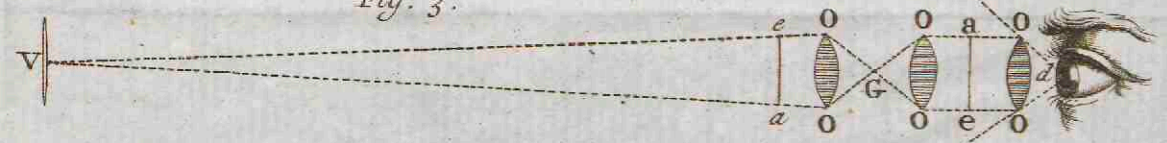


Fig. 3.



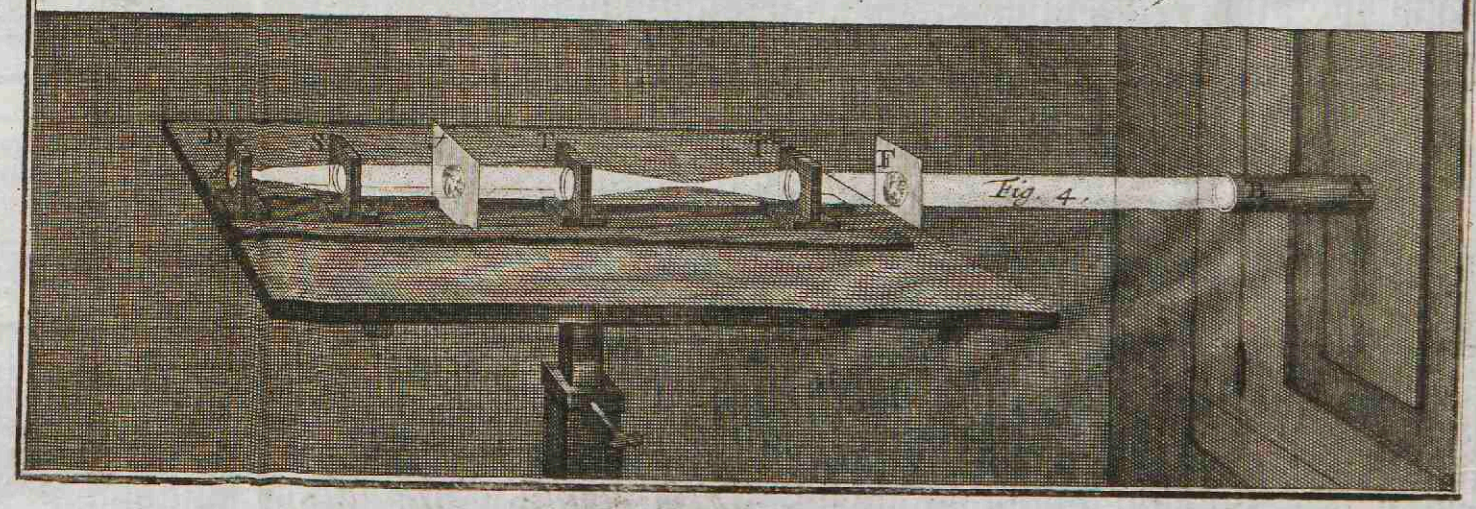


Fig. 4.

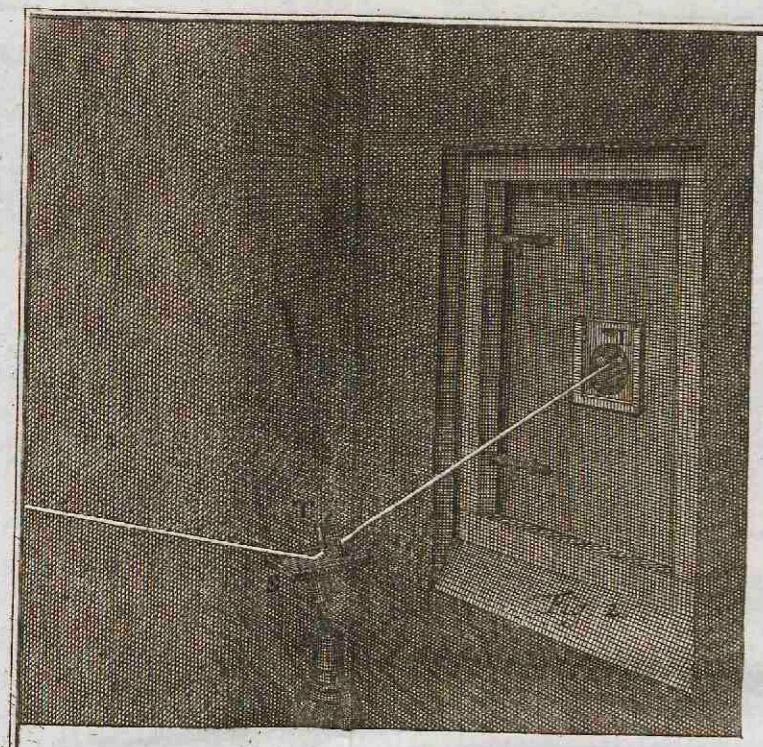


Fig. 2.

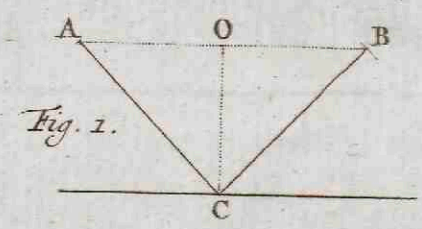


Fig. 1.

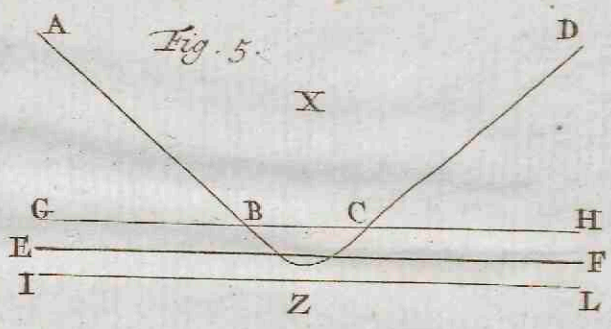


Fig. 5.

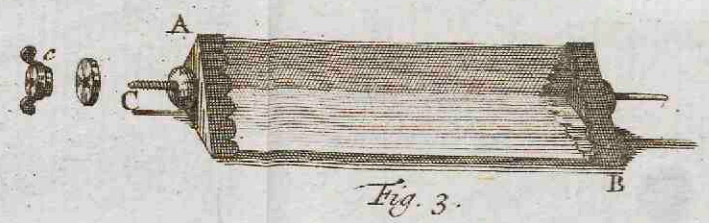


Fig. 3.

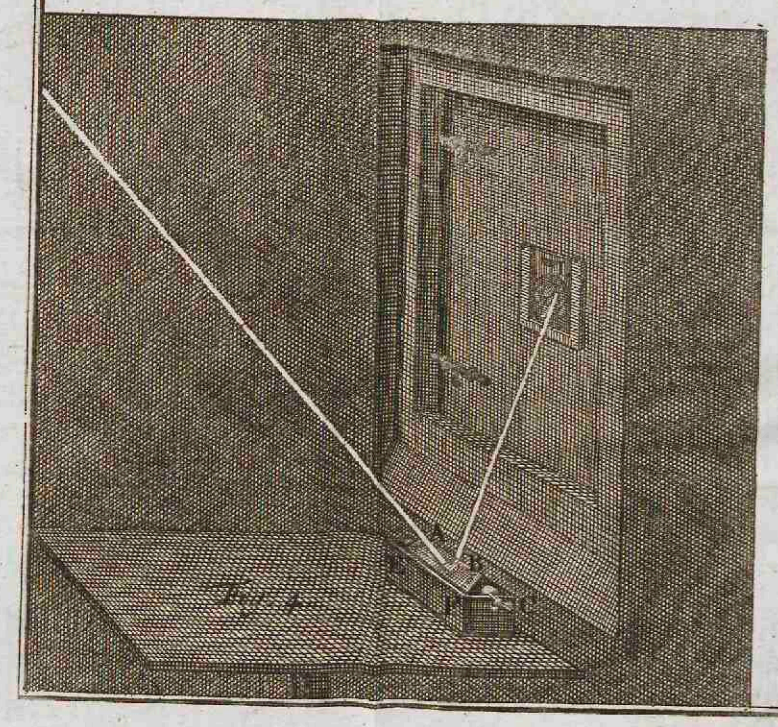


Fig. 4.

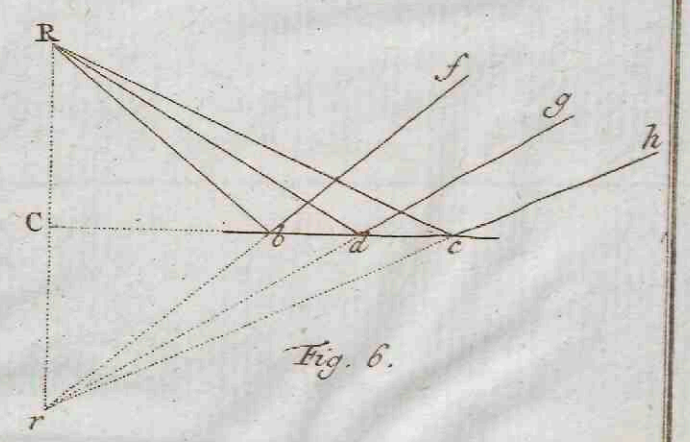


Fig. 6.

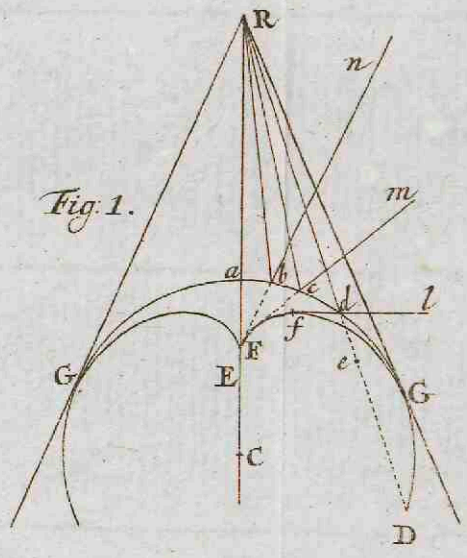


Fig: 1.



Fig: 2.

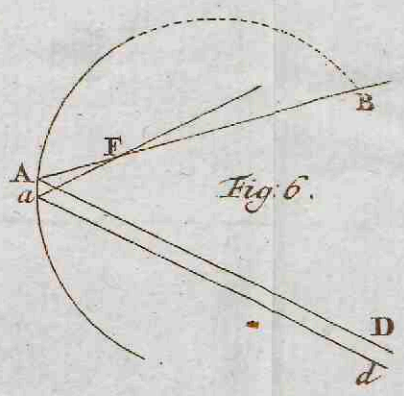


Fig: 6.

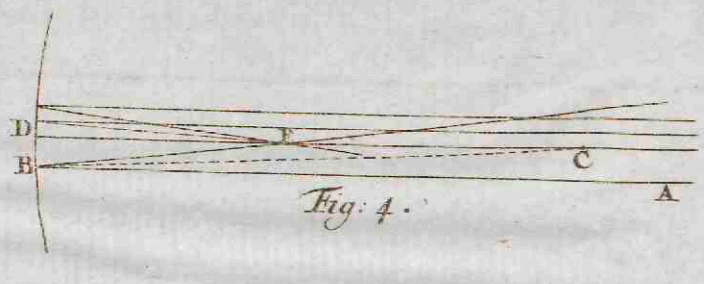


Fig: 4.

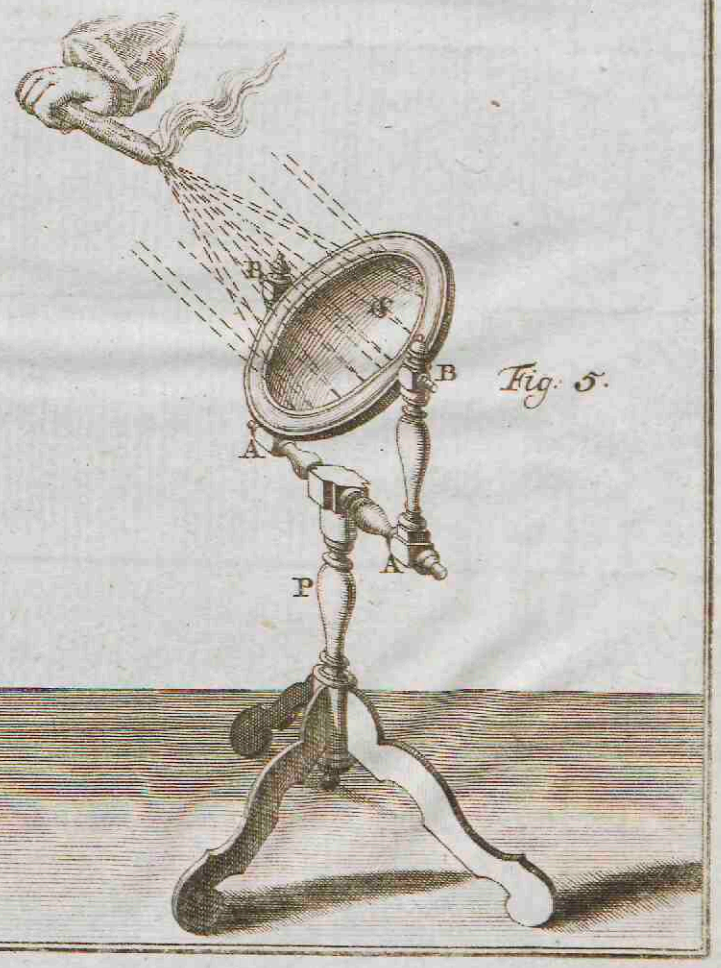


Fig: 5.

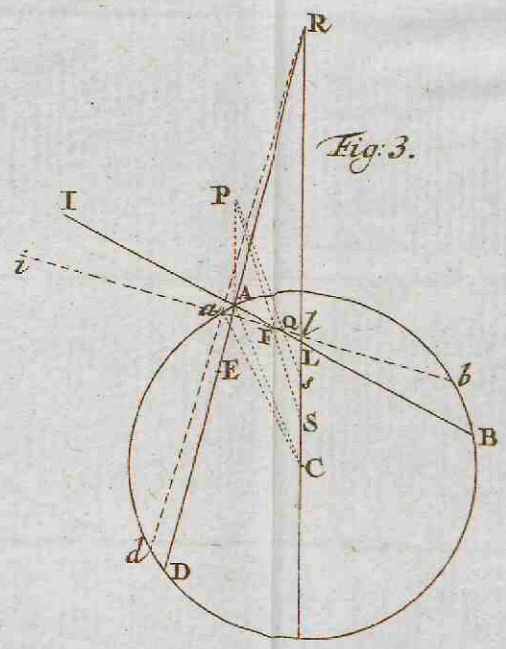


Fig: 3.

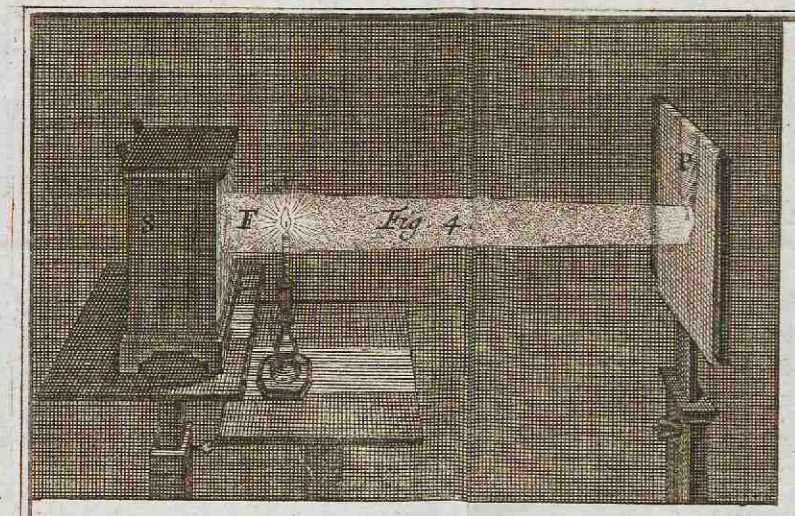


Fig. 4.

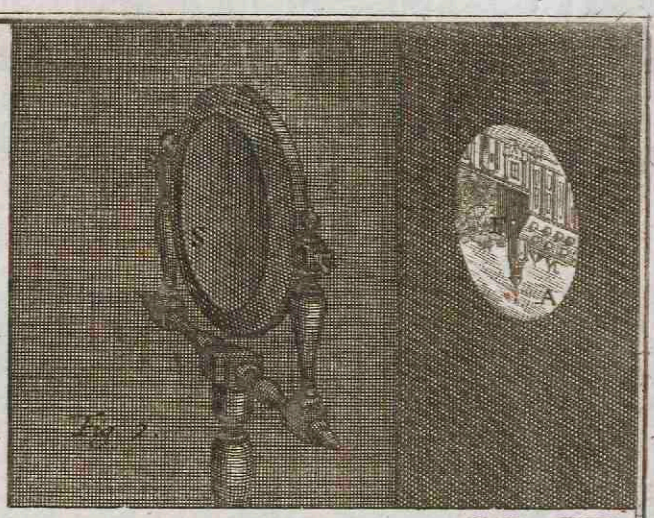


Fig. 2.

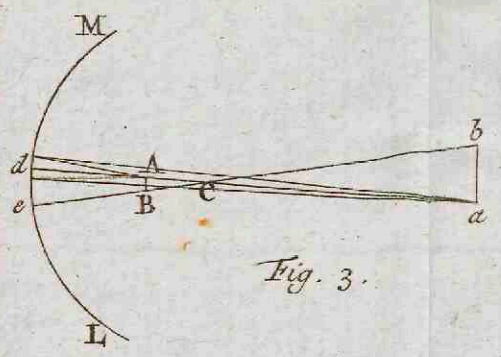


Fig. 3.

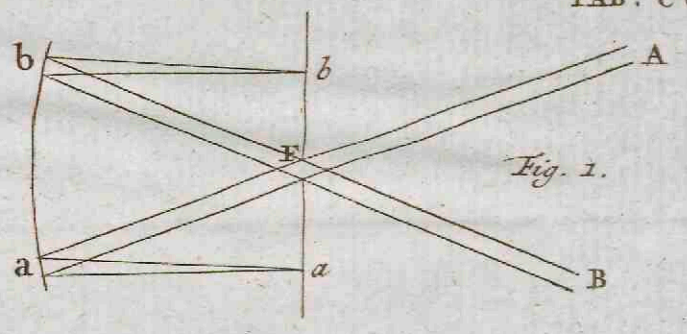


Fig. 1.

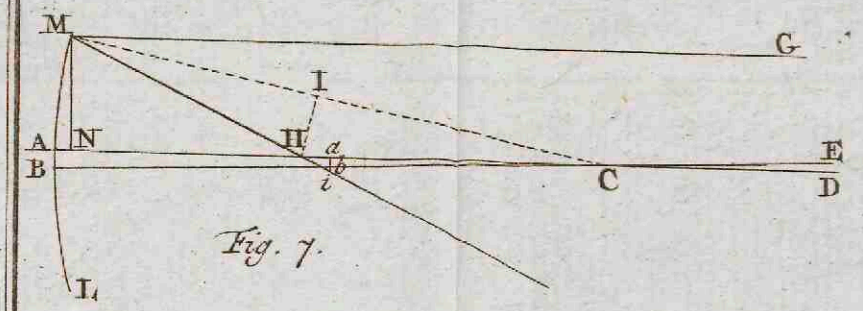


Fig. 7.

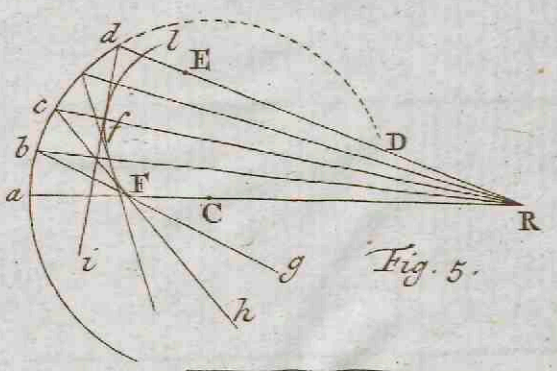
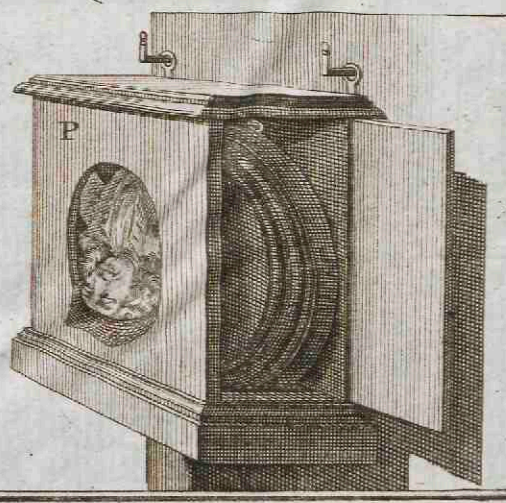


Fig. 5.



Fig. 6.



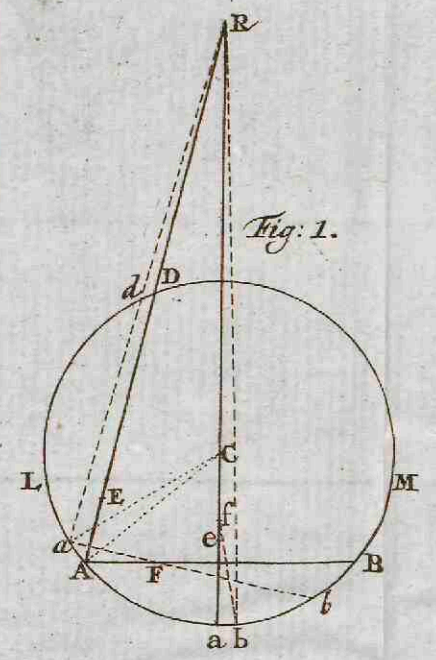


Fig: 1.

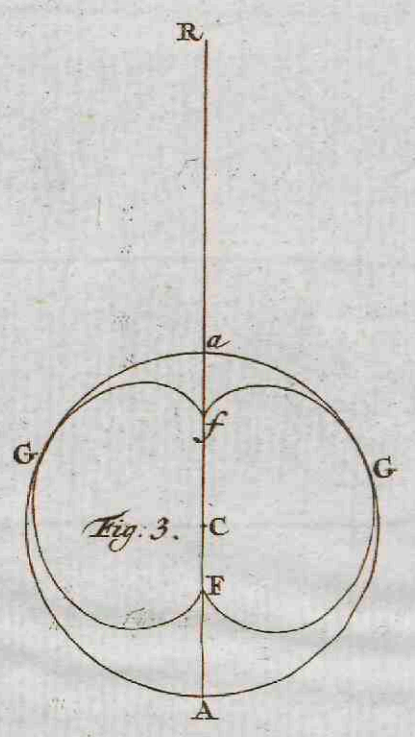


Fig: 3.

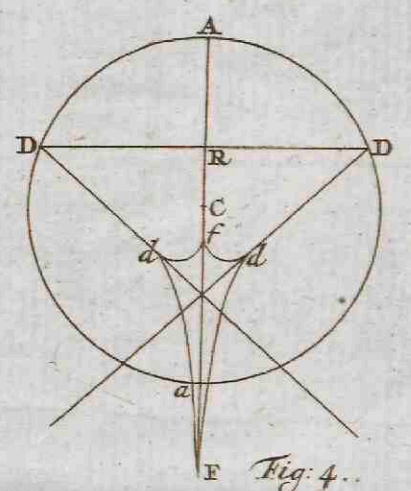


Fig: 4.

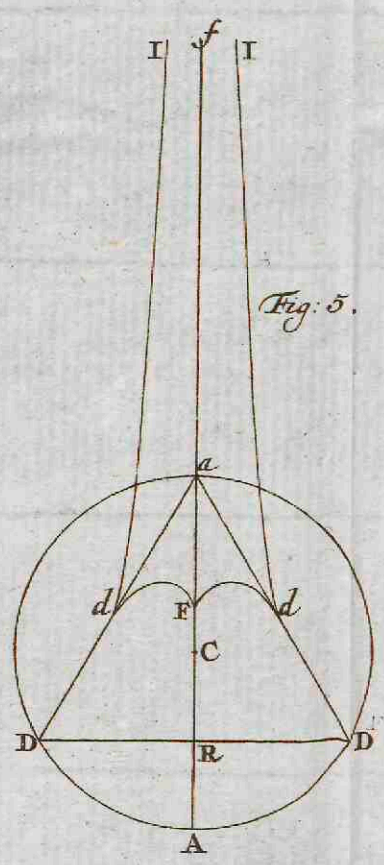


Fig: 5.

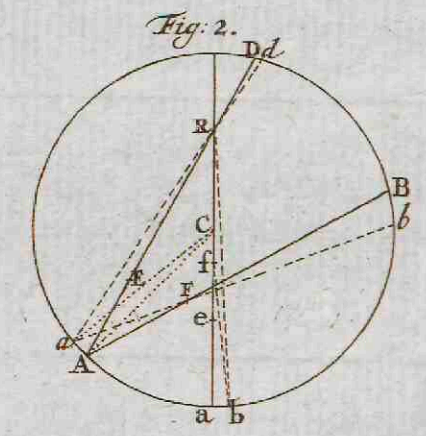


Fig: 2.

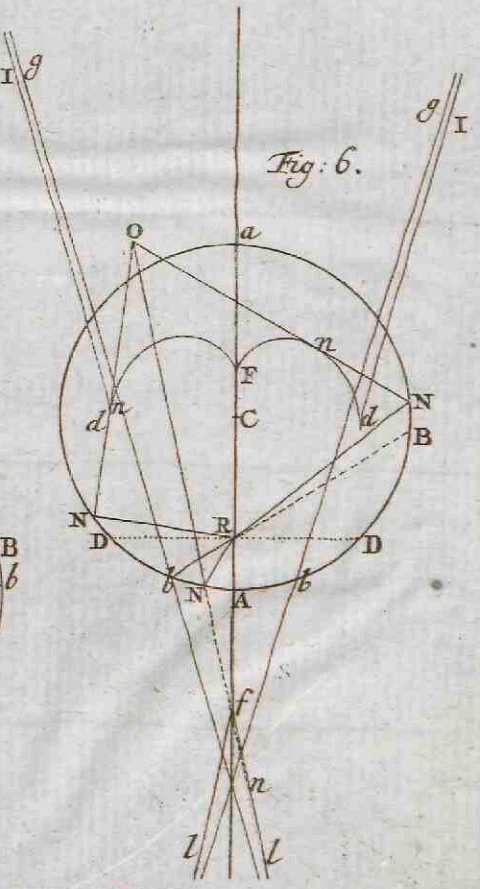


Fig: 6.

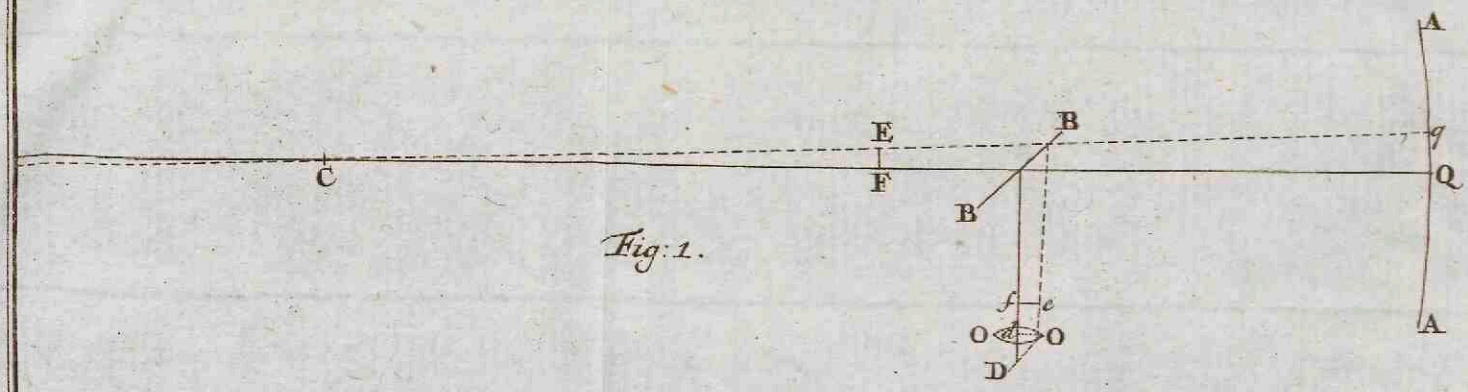


Fig: 1.

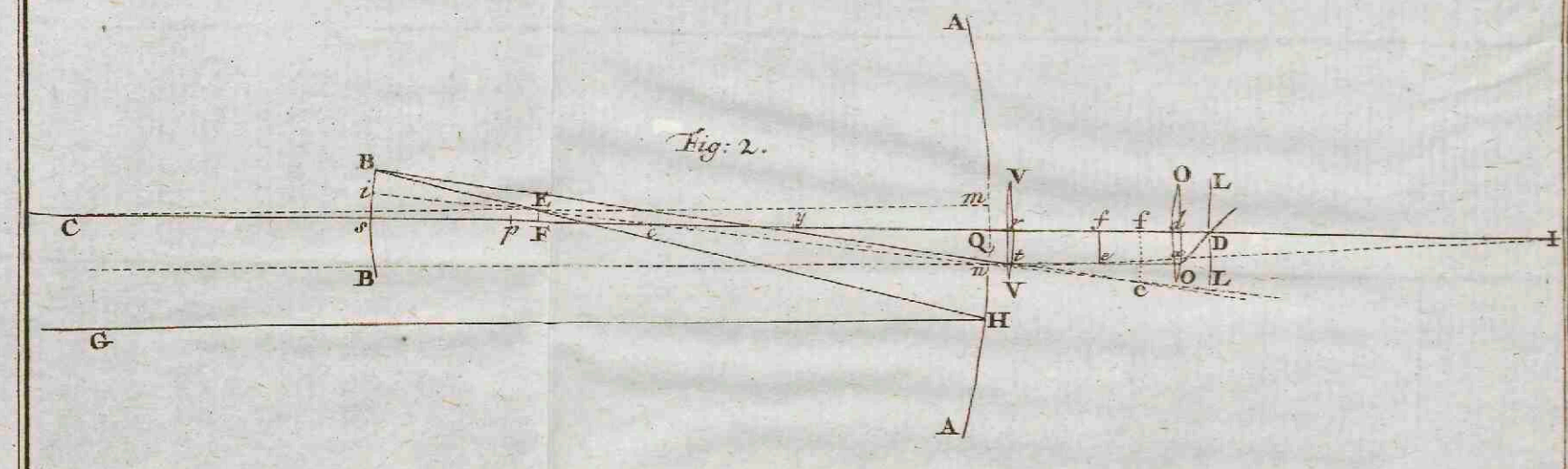


Fig: 2.

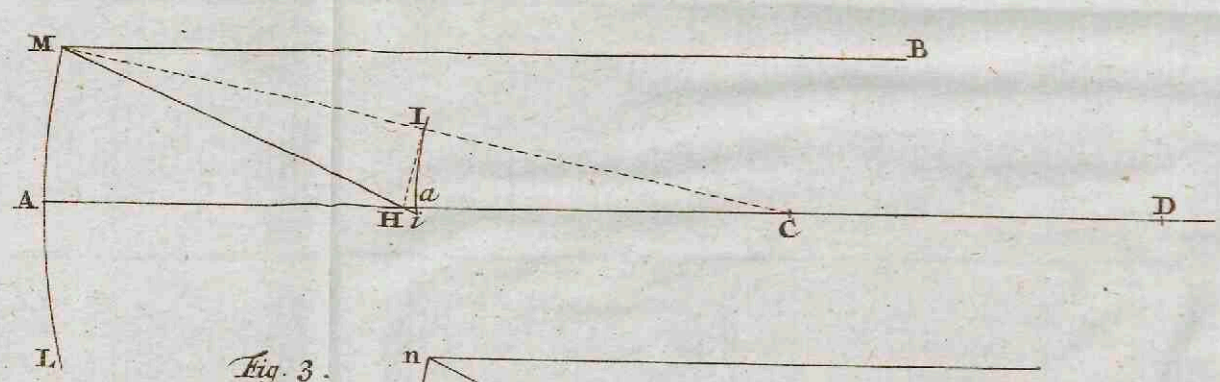
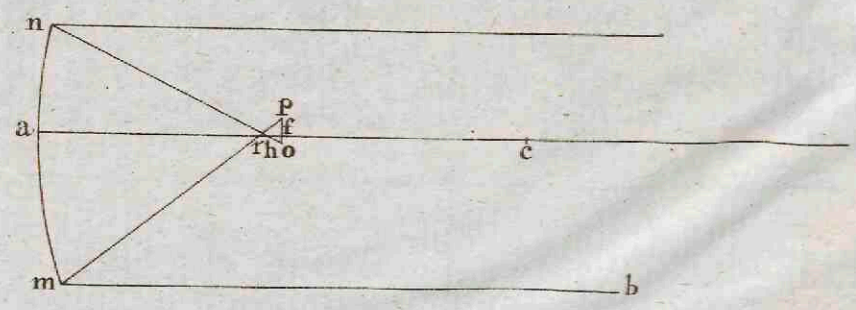


Fig. 3.



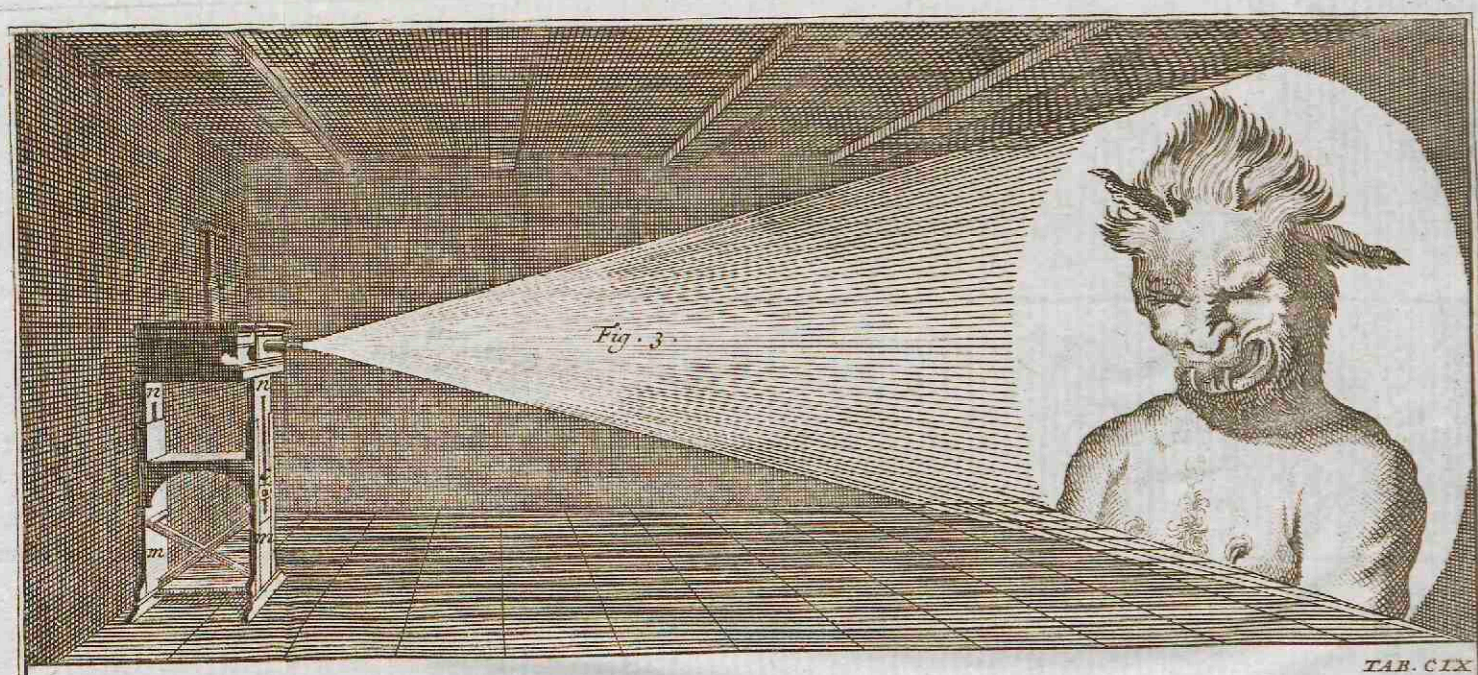


Fig. 3.

TAB. CIX

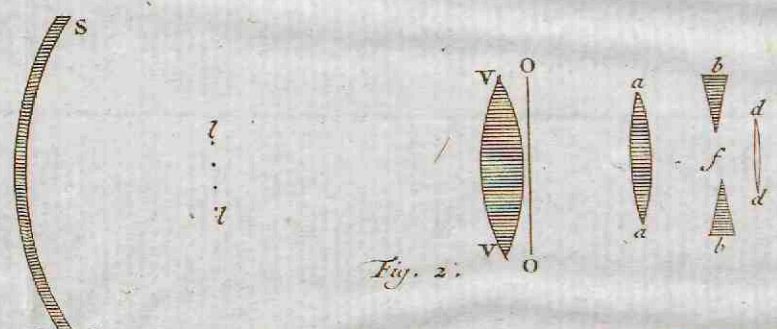


Fig. 2.

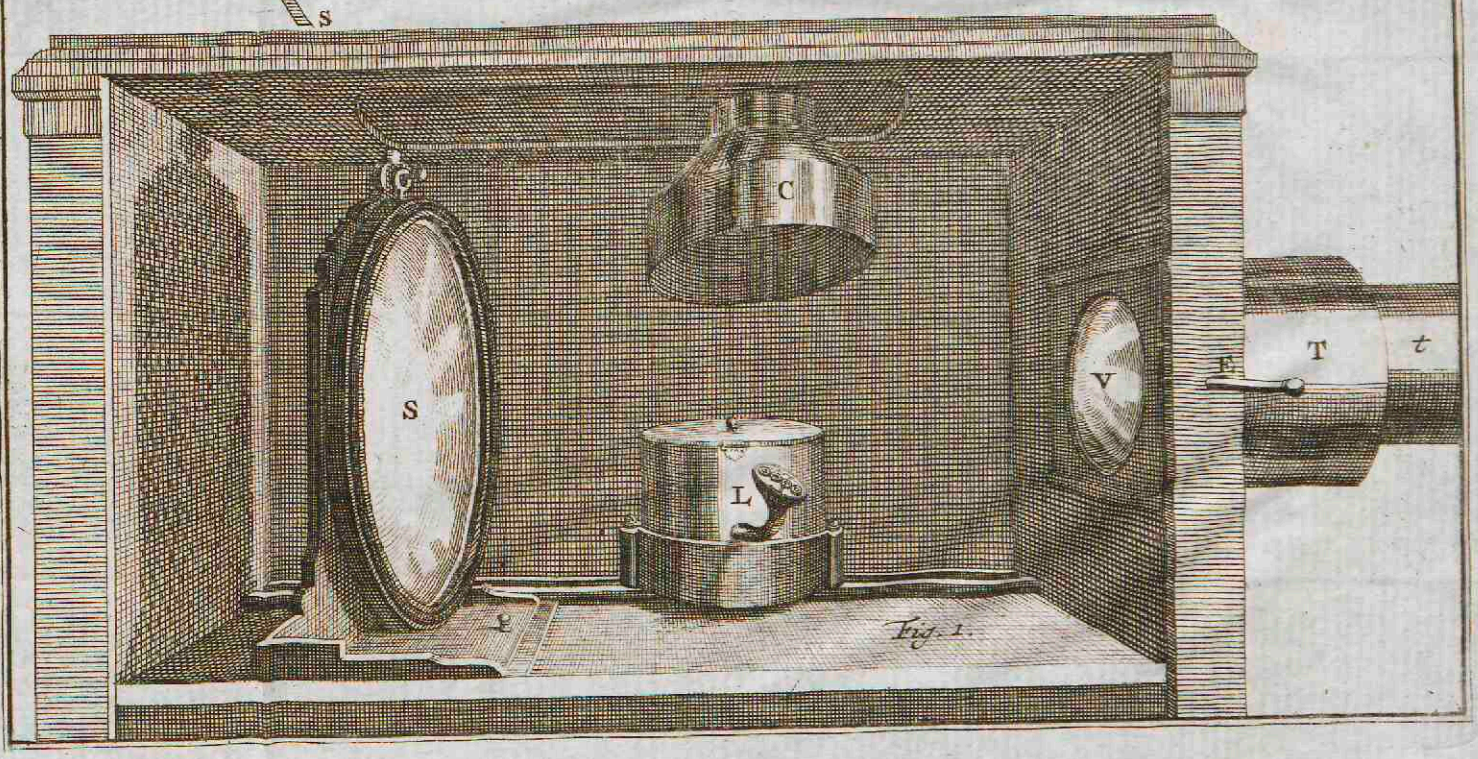


Fig. 1.

Fig. 3.

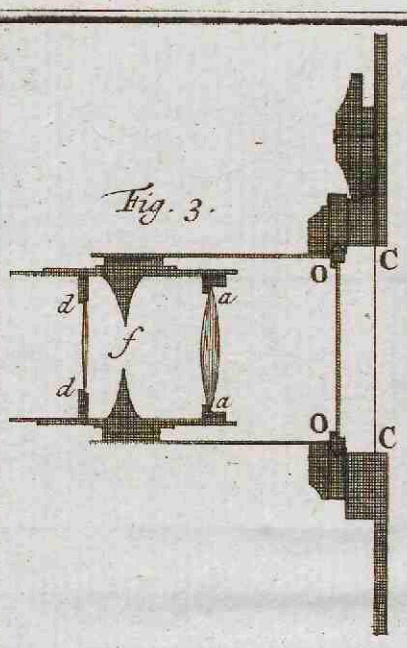


Fig. 2.

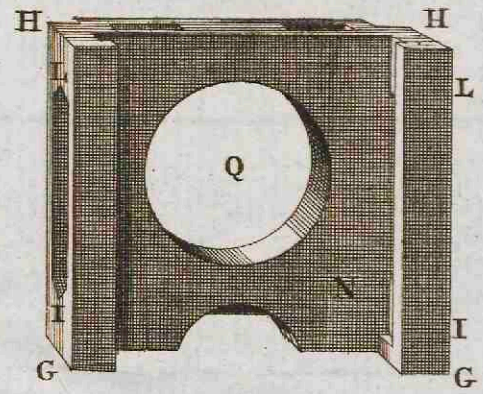


Fig. 1.

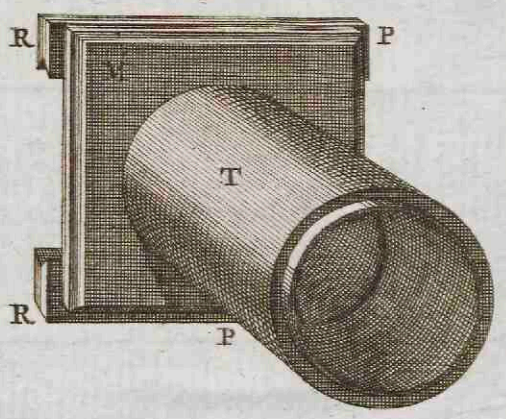


Fig. 4.

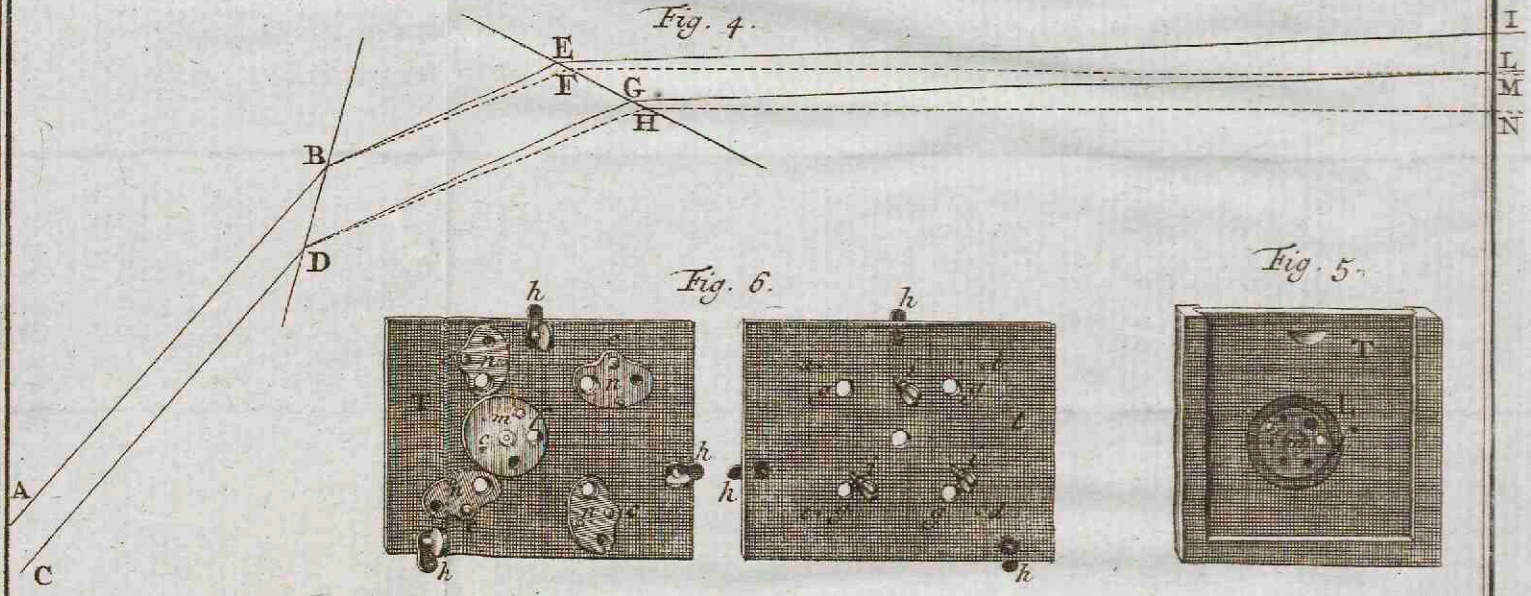


Fig. 6.

Fig. 5.

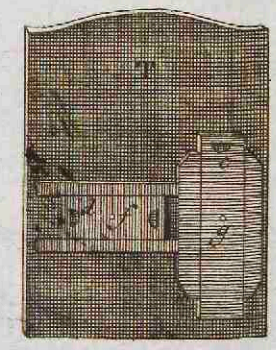


Fig. 8.

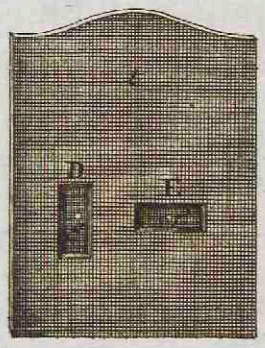
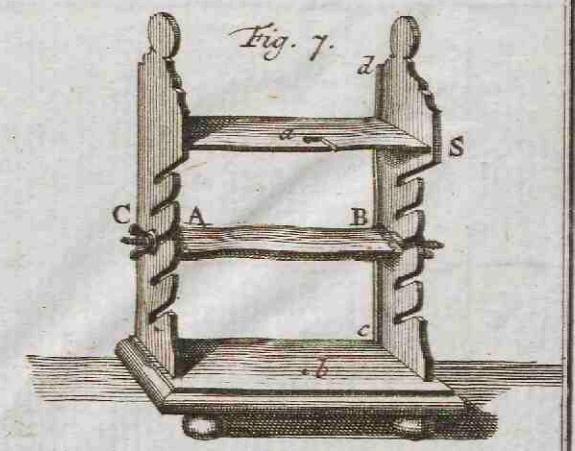
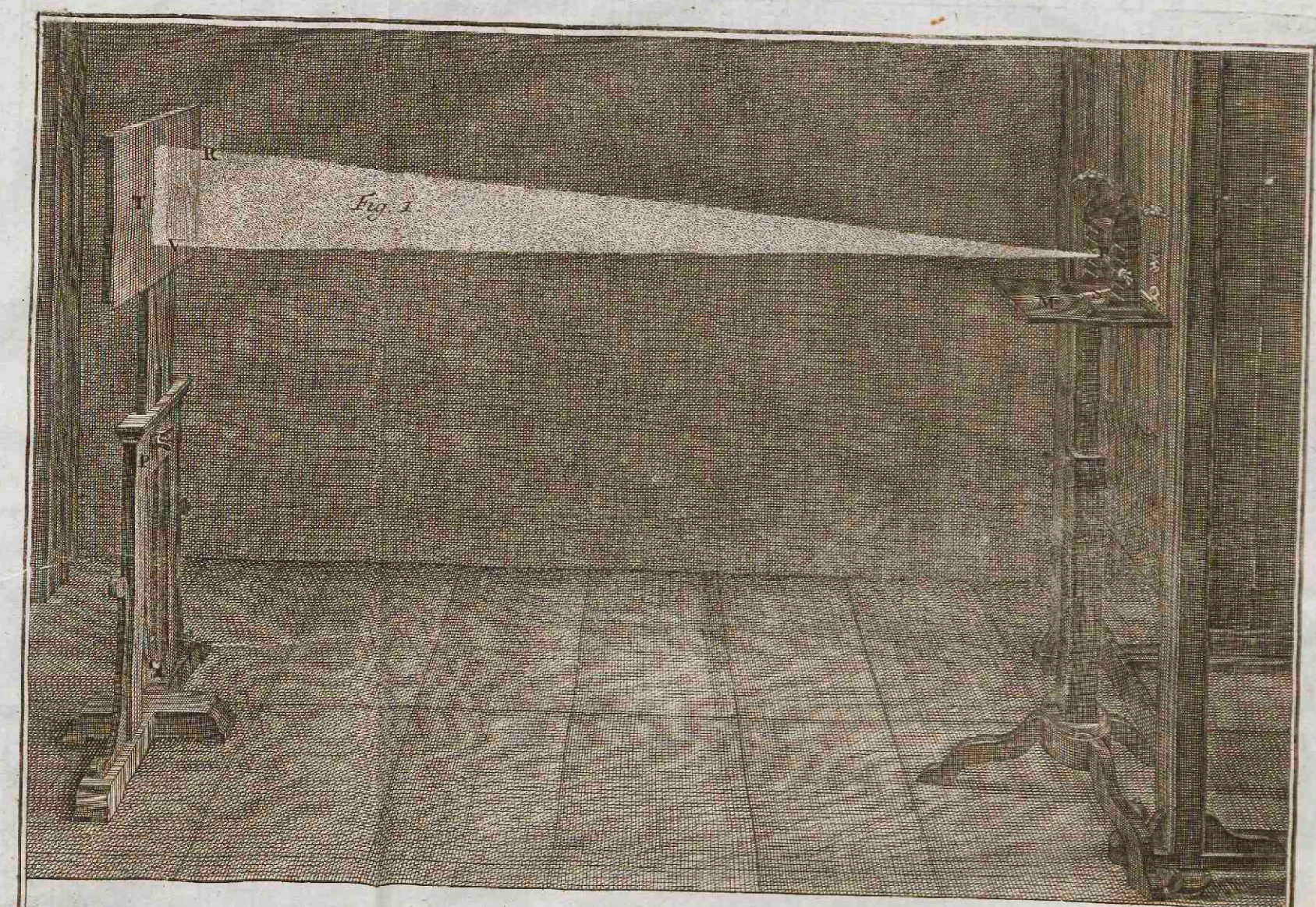


Fig. 7.





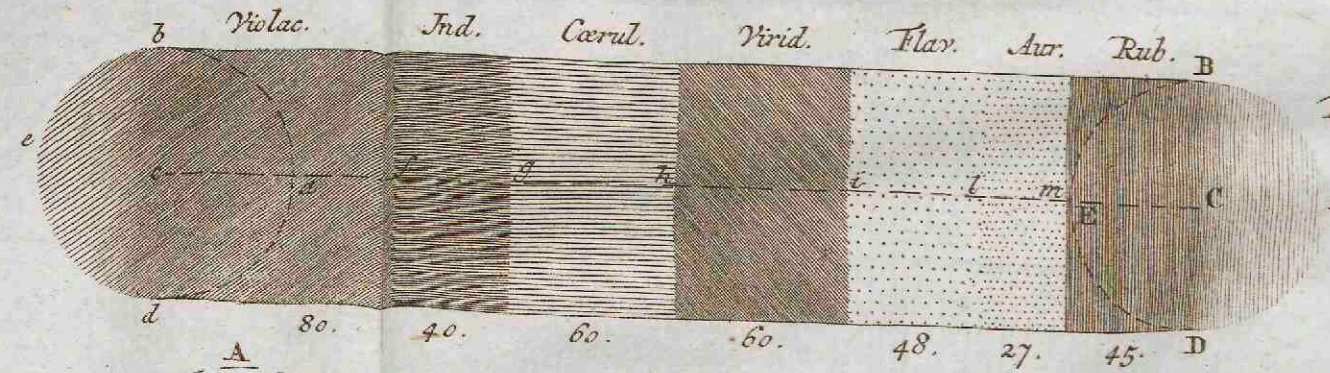


Fig. 3.

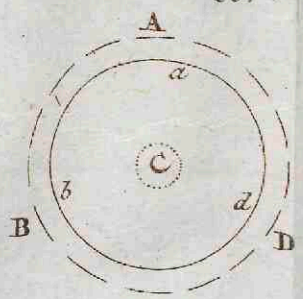


Fig. 2.

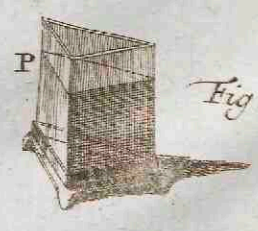
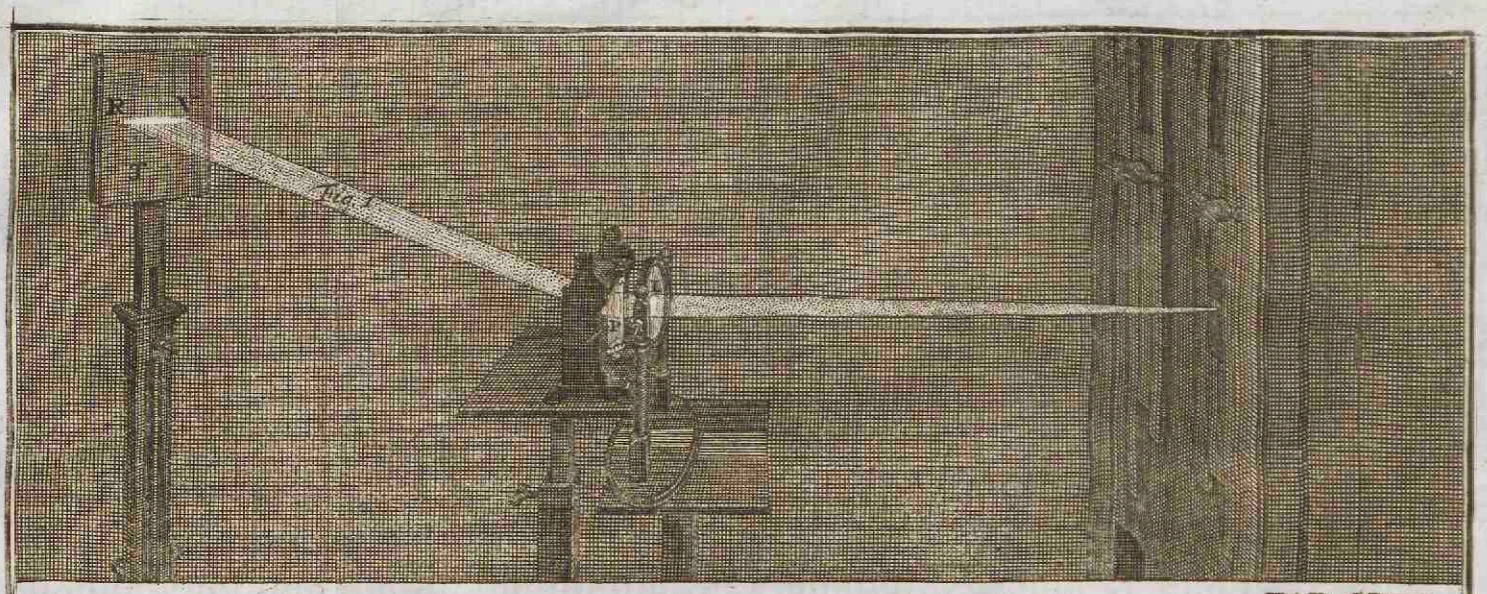


Fig. 4.



TAB. CXII.



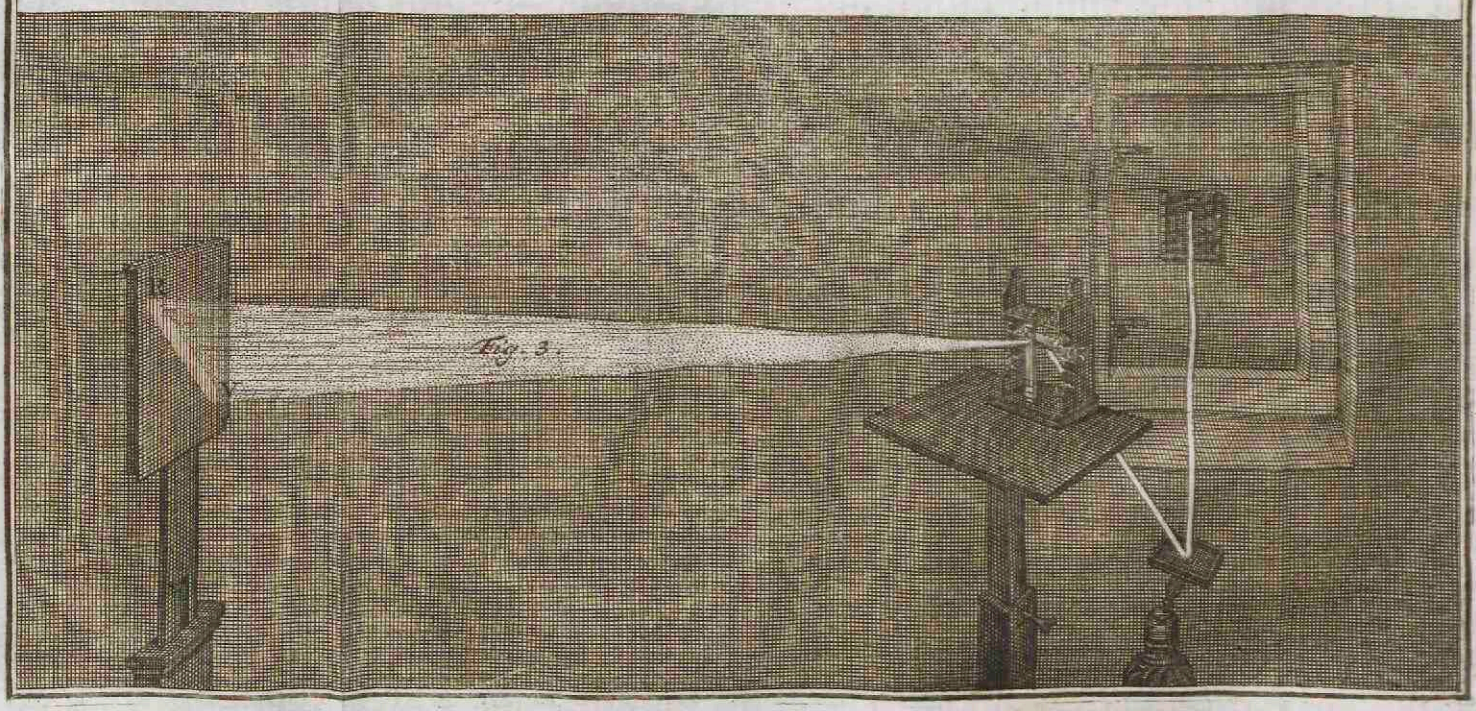
Fig. 2.

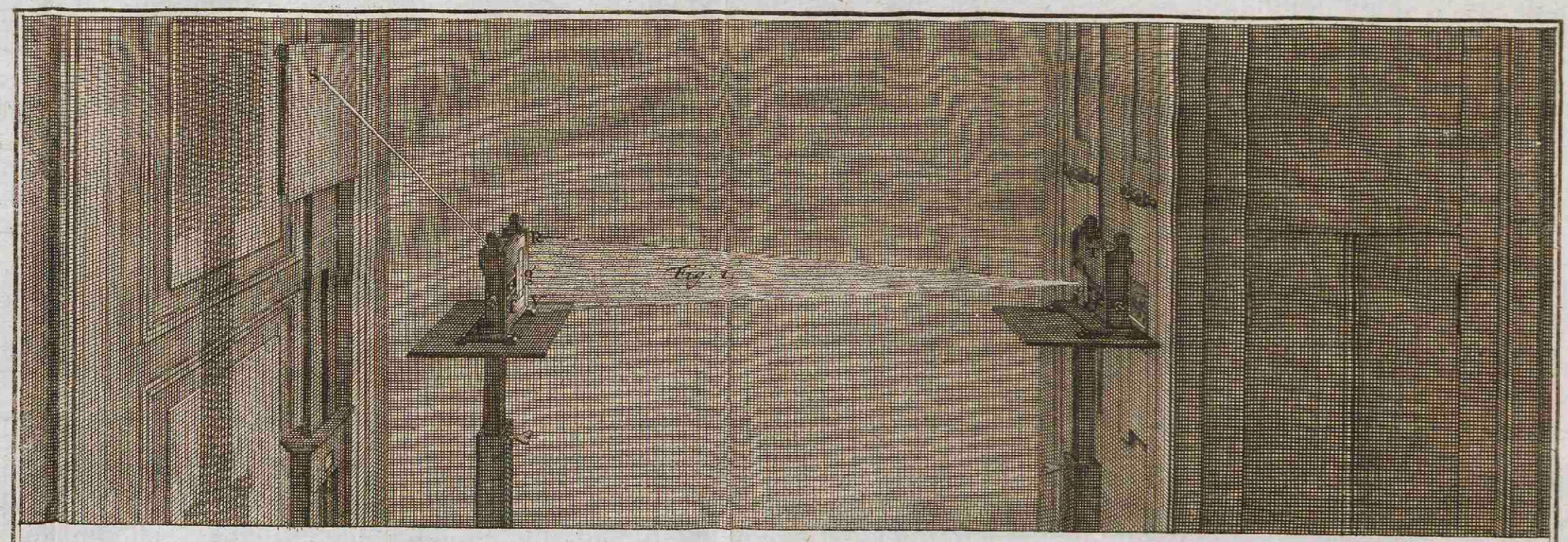


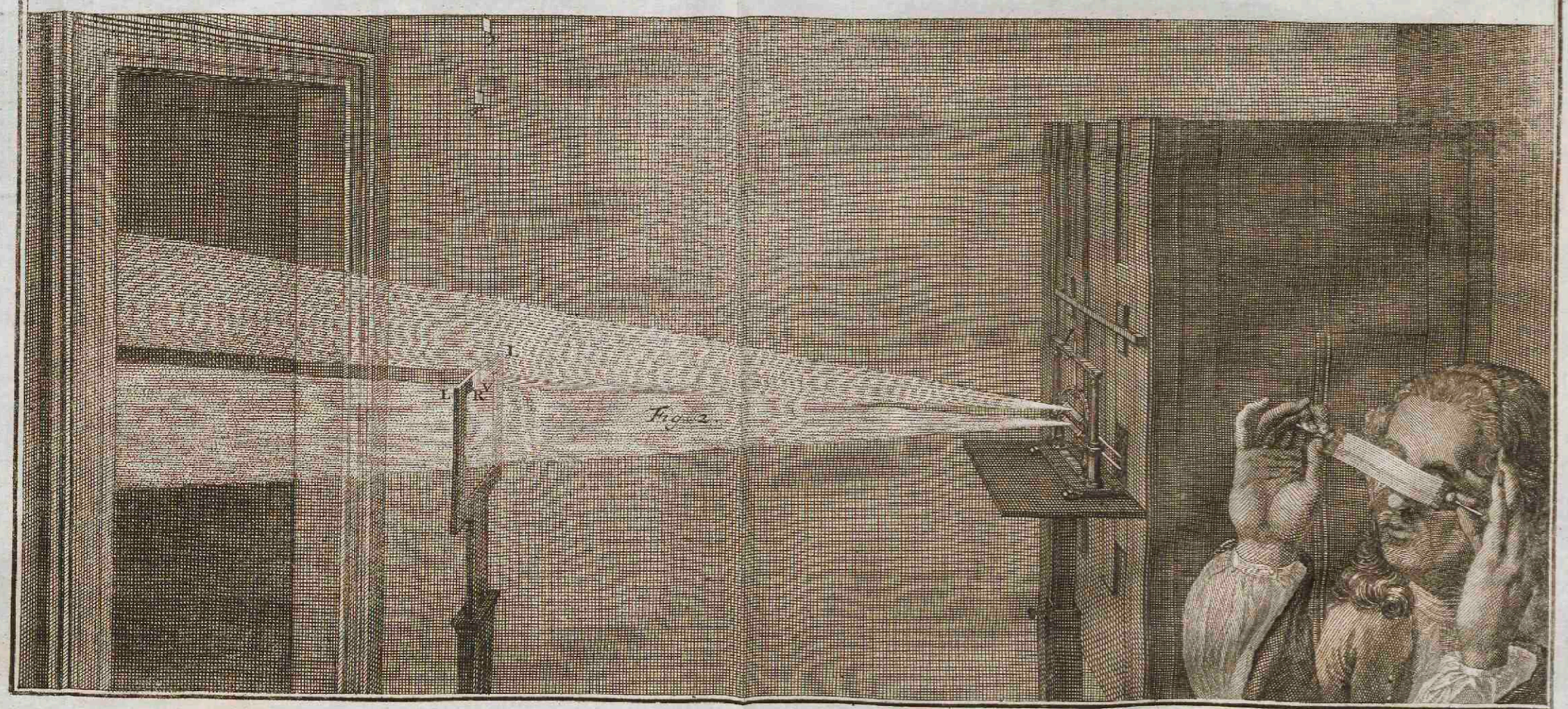
Fig. 4.

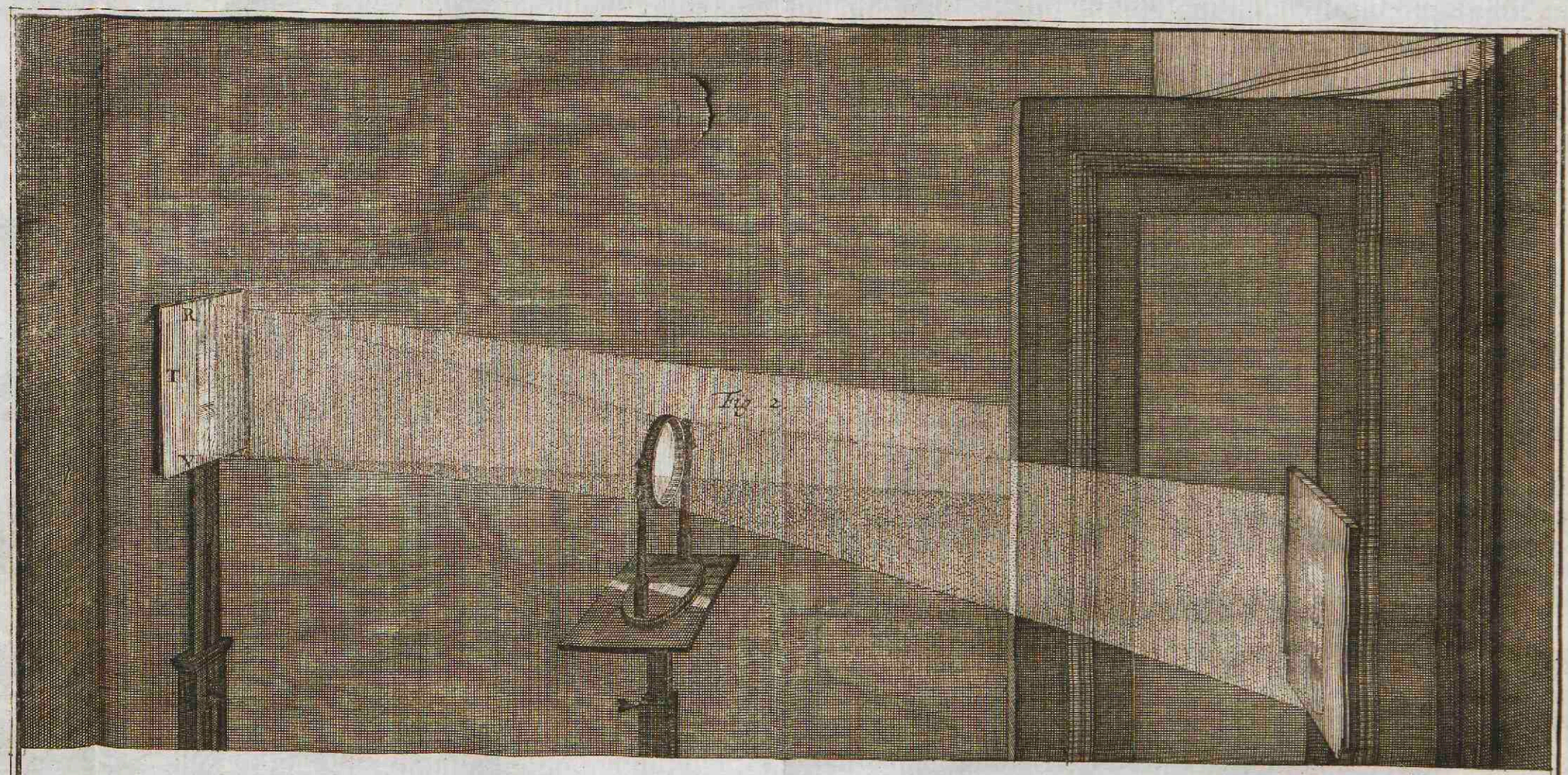


Fig. 5.




Fig. 1.


L
R
Figure 2.



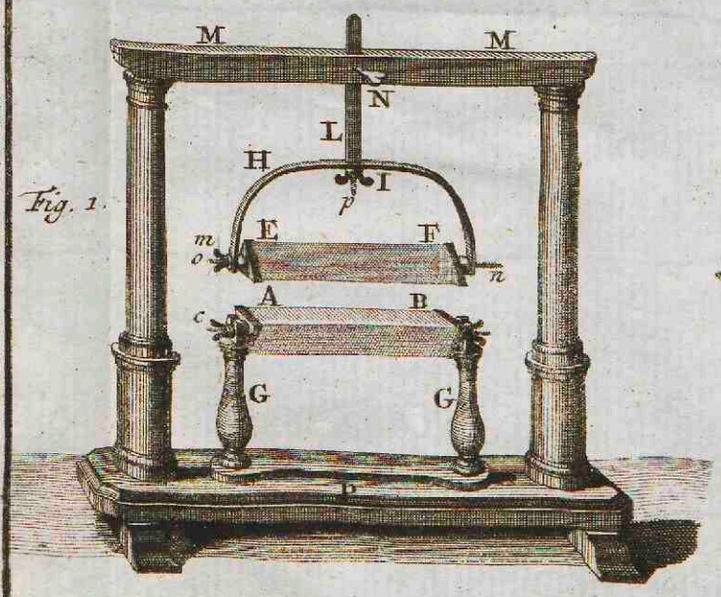


Fig. 1.

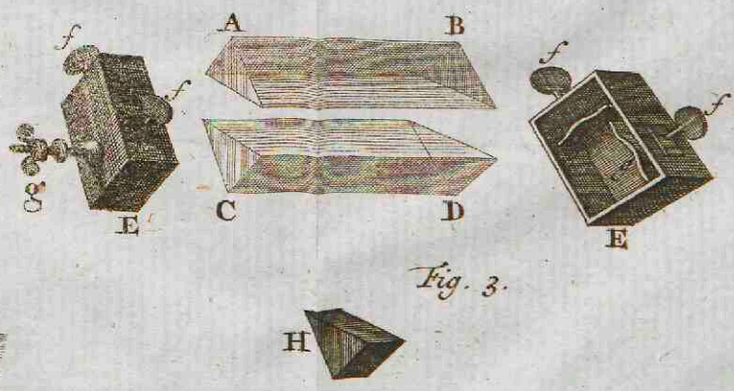


Fig. 3.

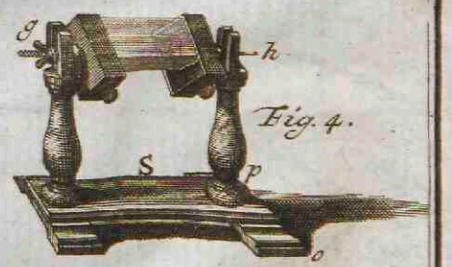
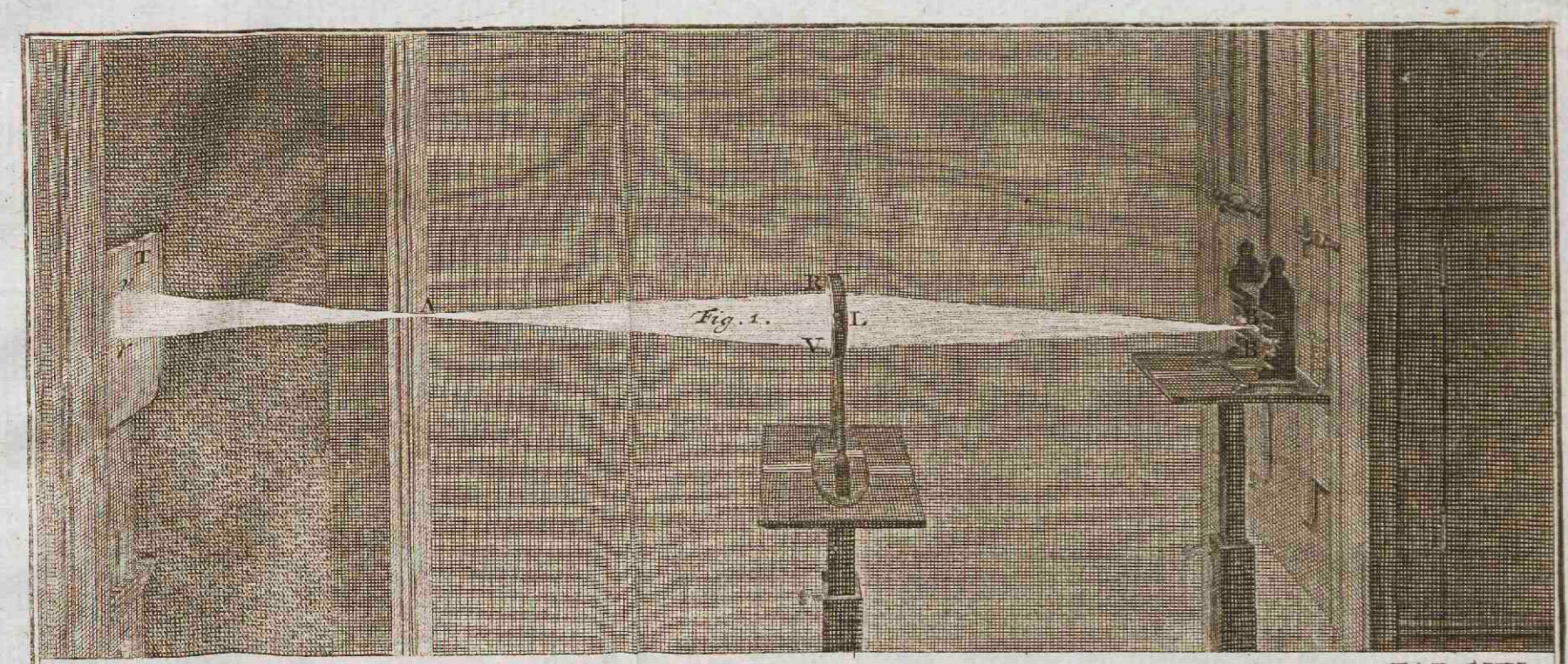
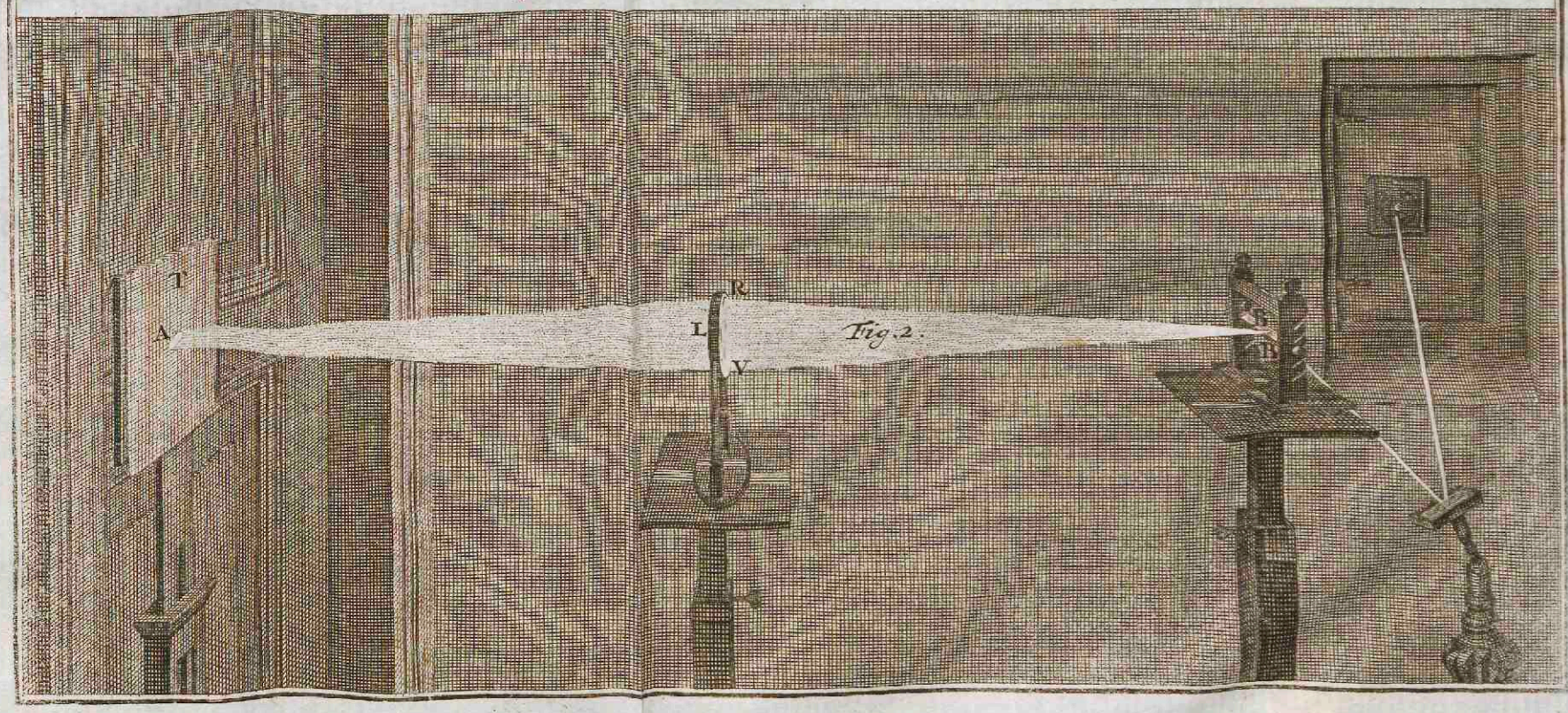


Fig. 4.



TAB. CXV.



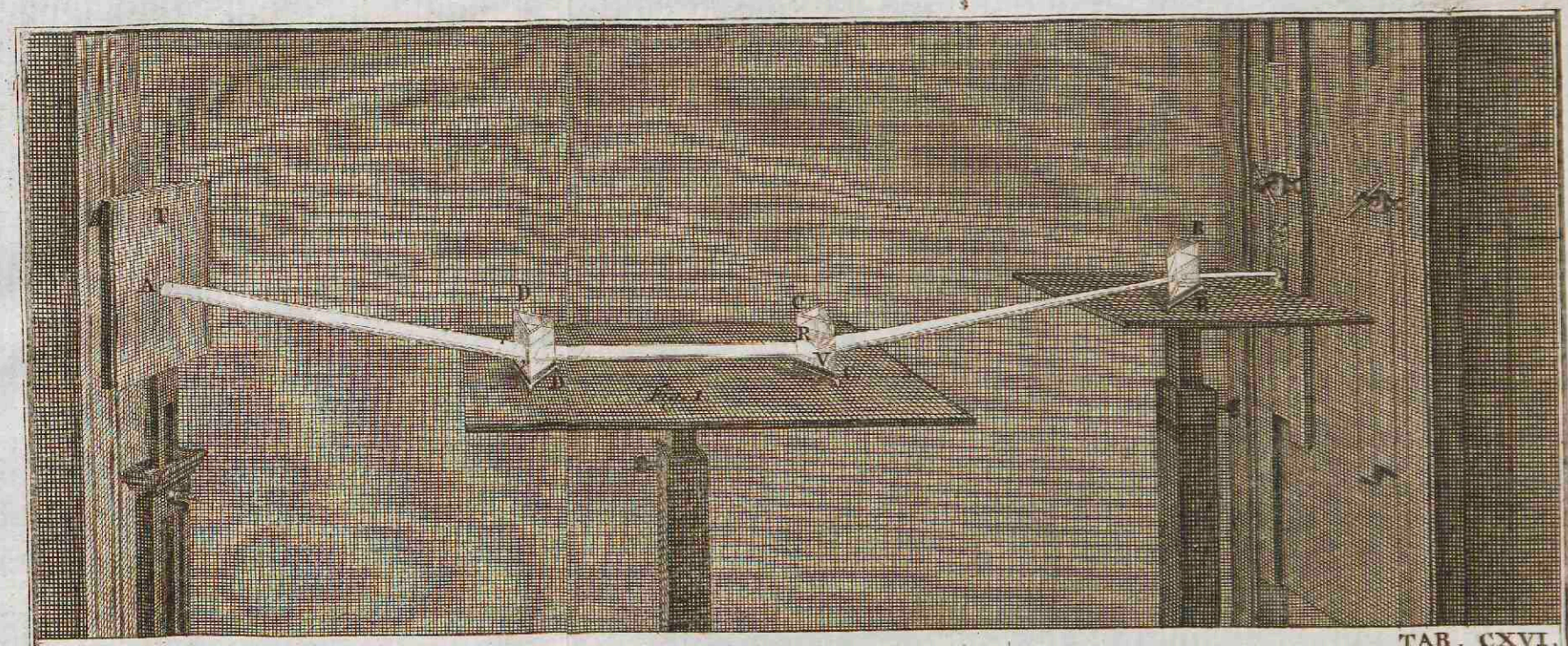


Fig. 1.

TAB. CXVI.

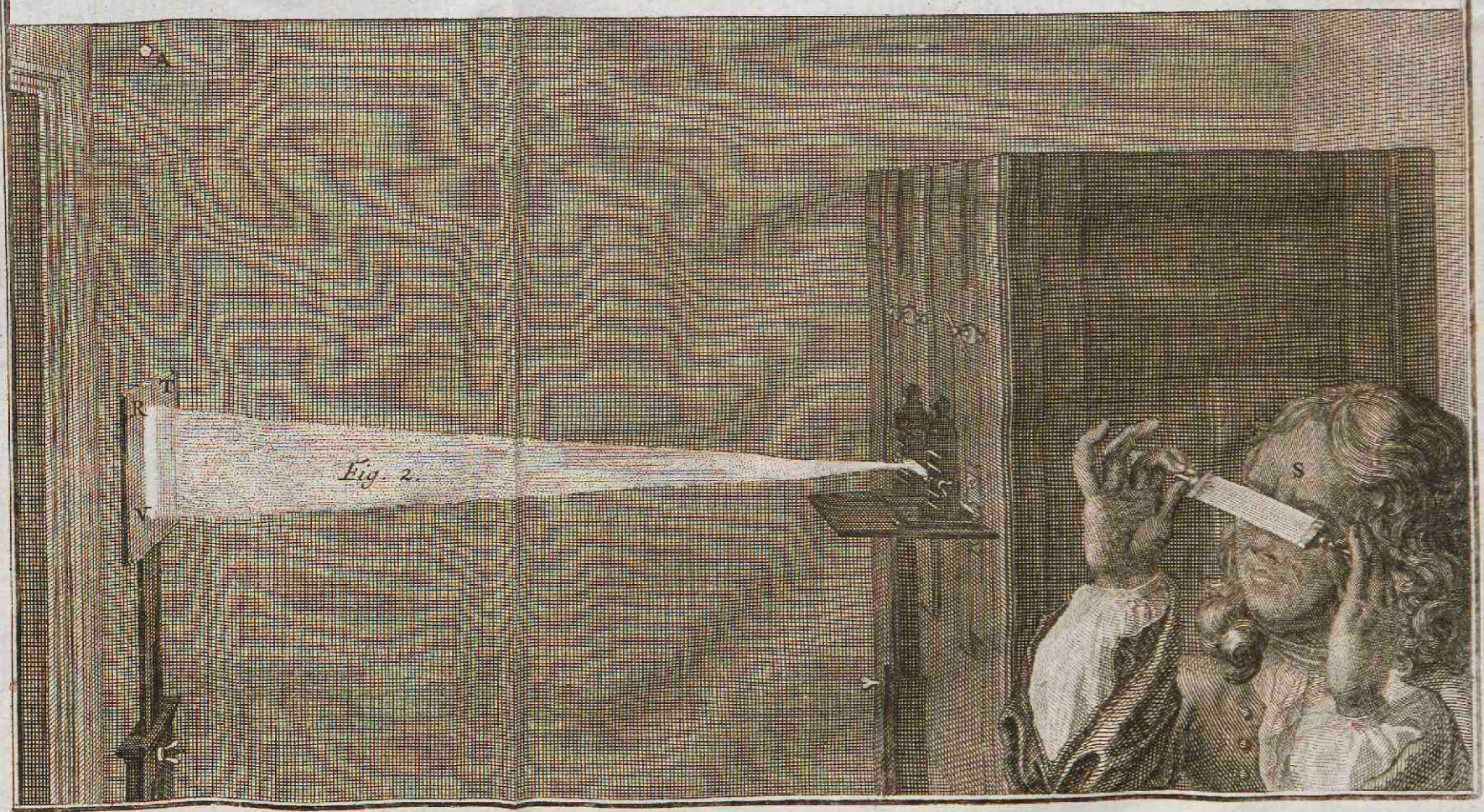
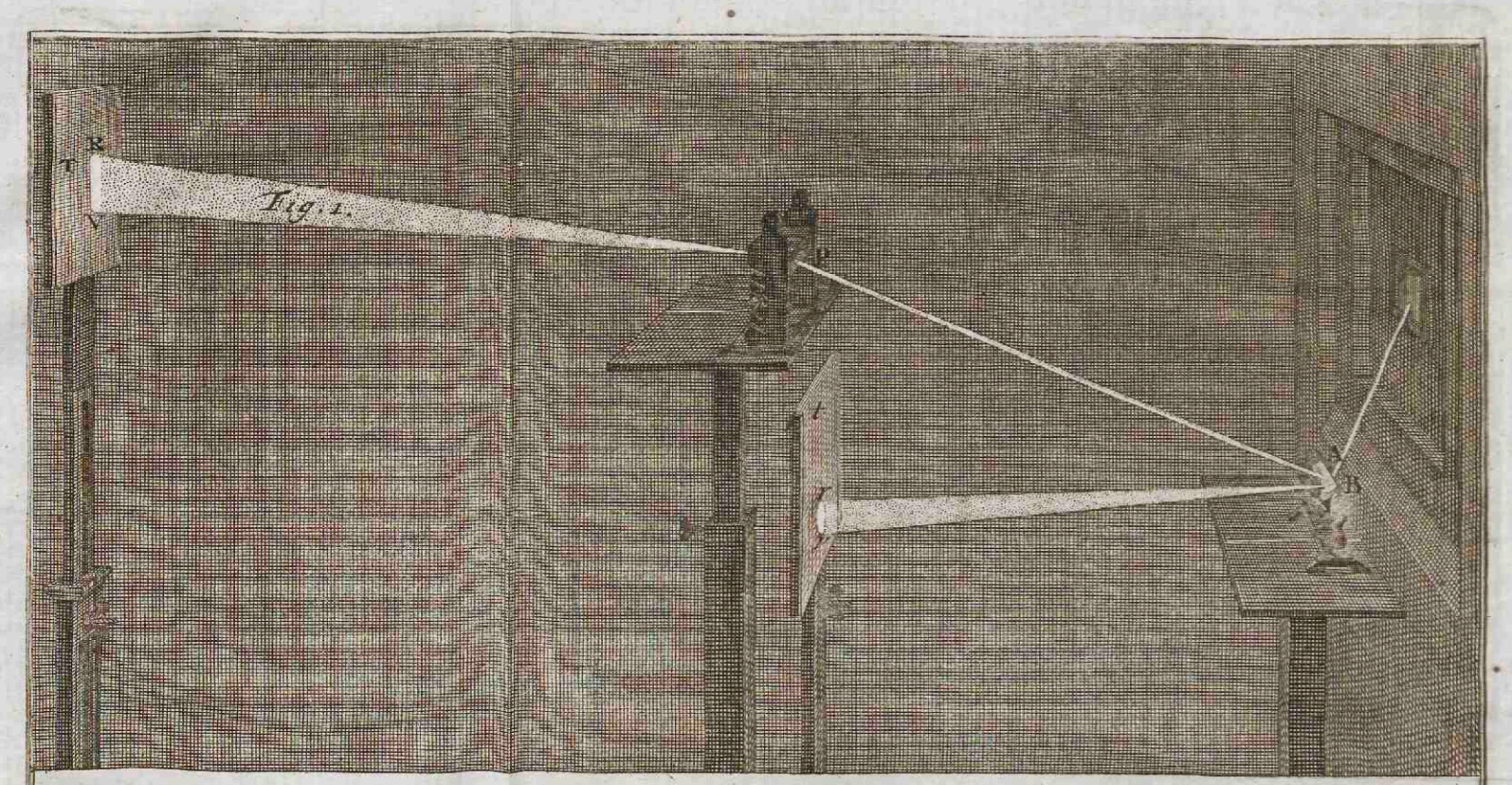
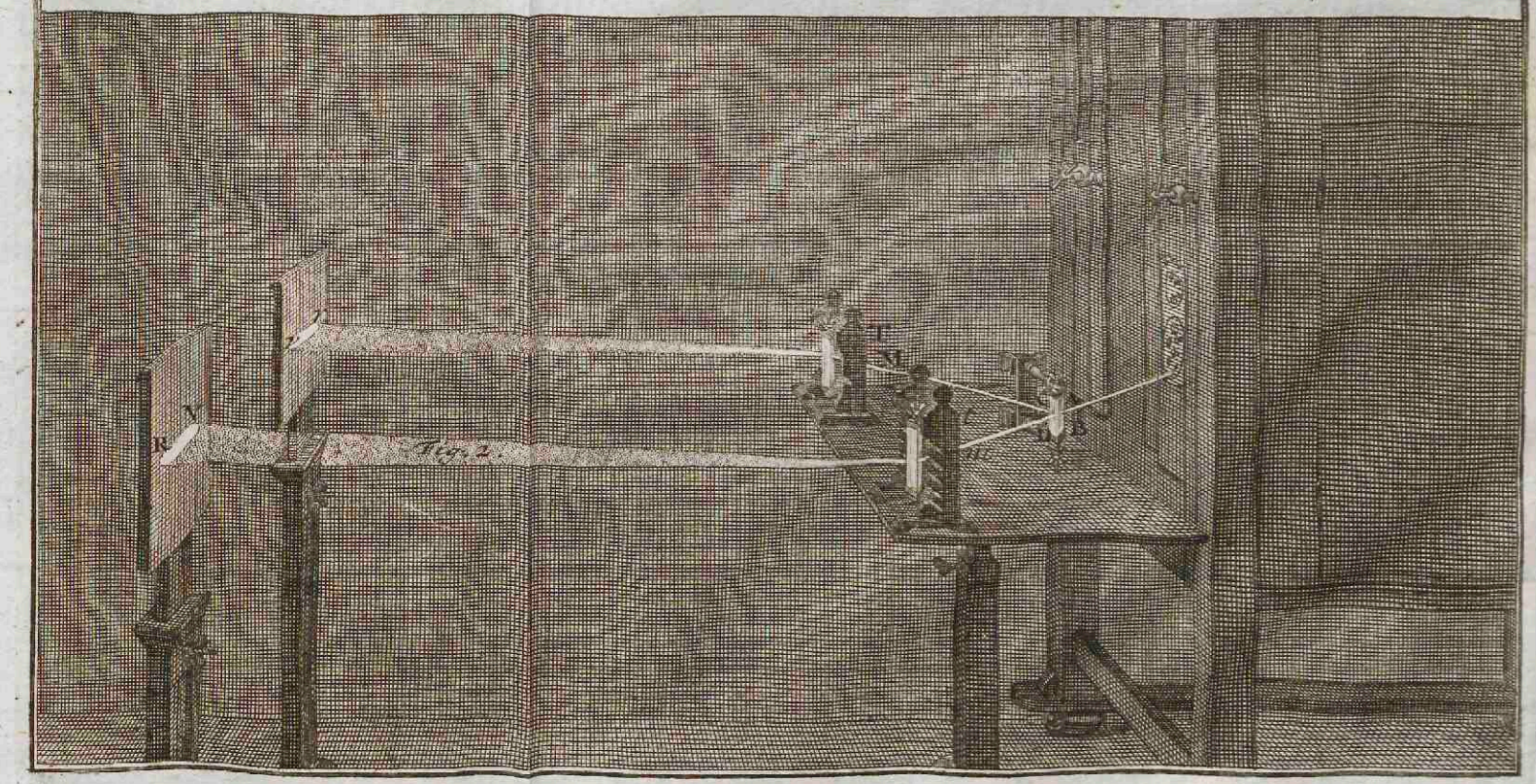
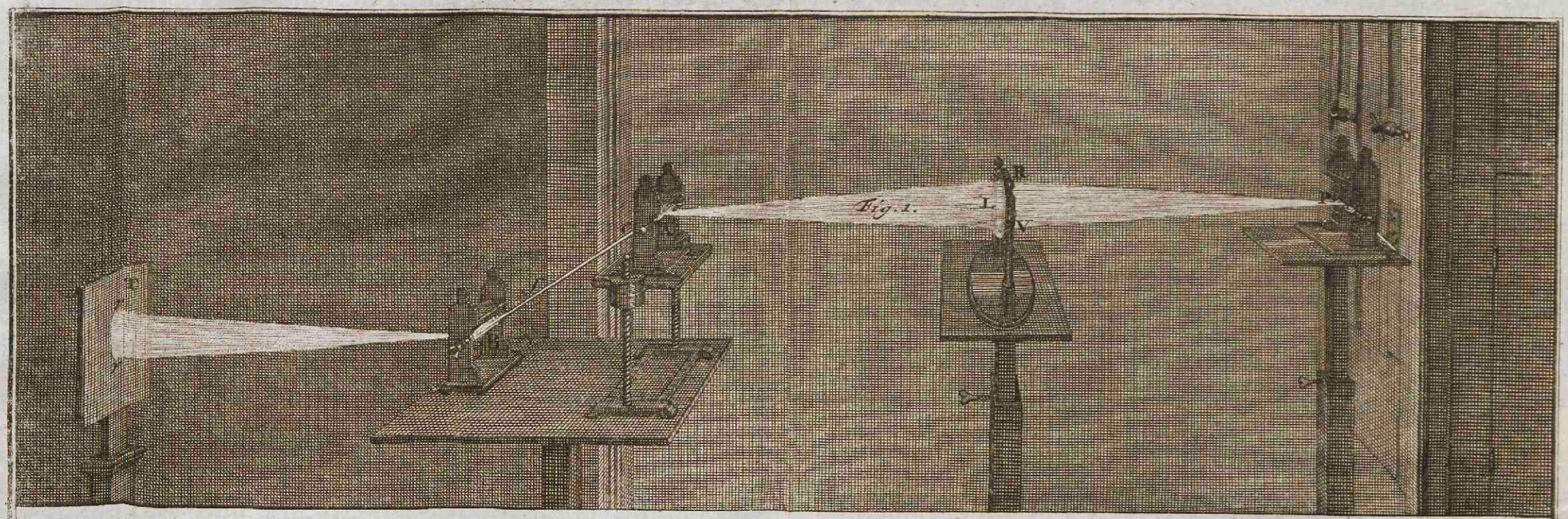


Fig. 2.



TAB. CXVII.





TAB. CXVIII.

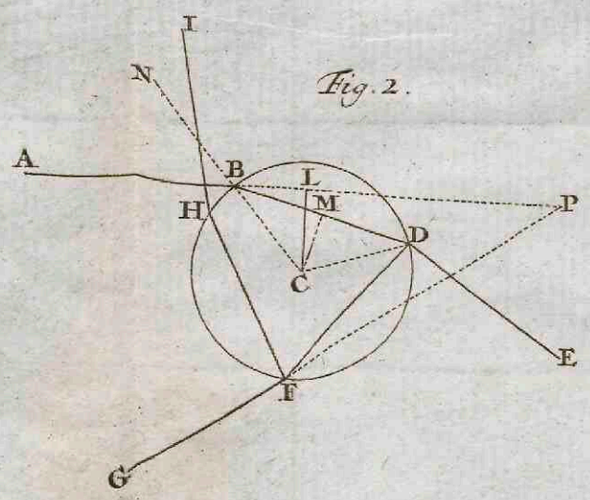


Fig. 2.

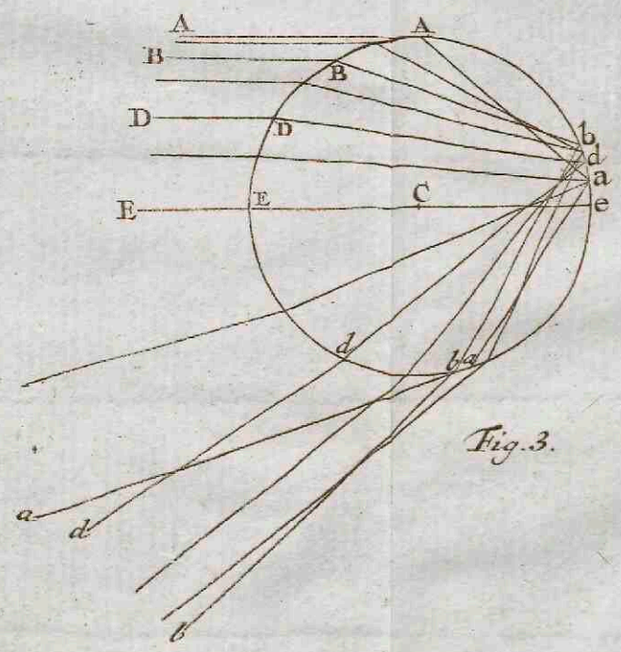


Fig. 3.

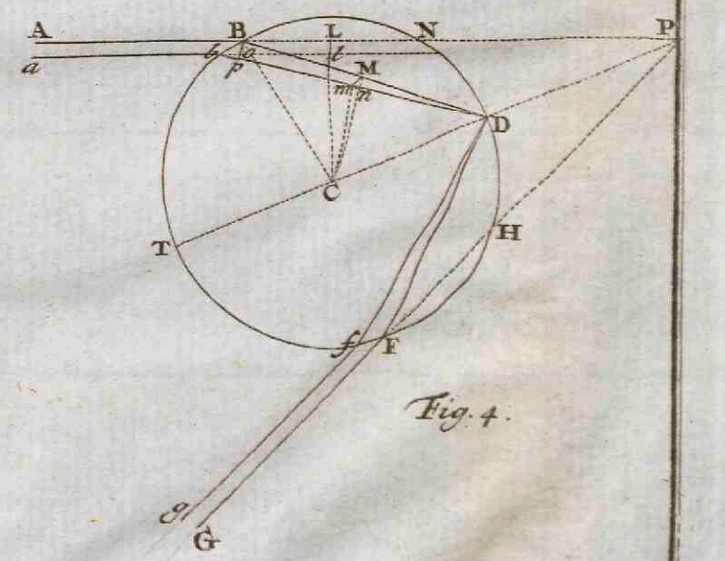


Fig. 4.

TAB. CXIX.

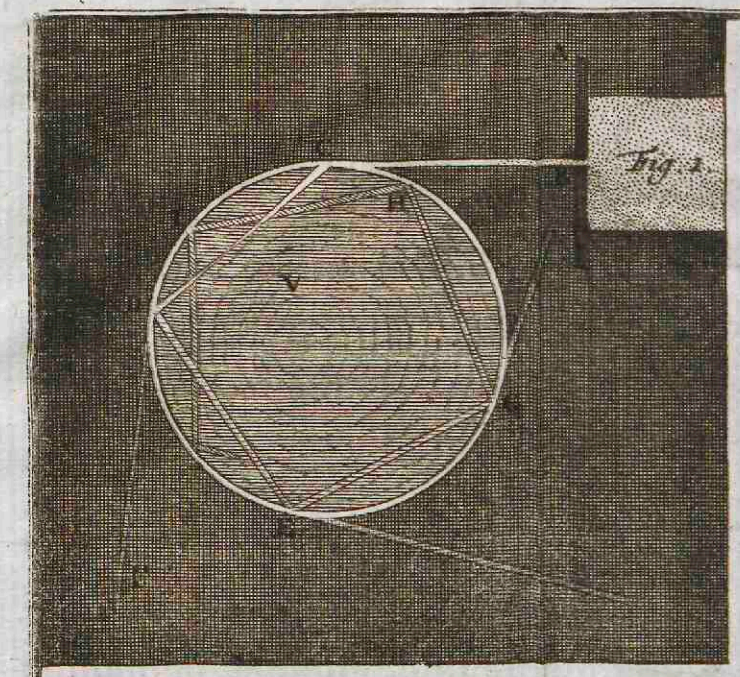


Fig. 1.

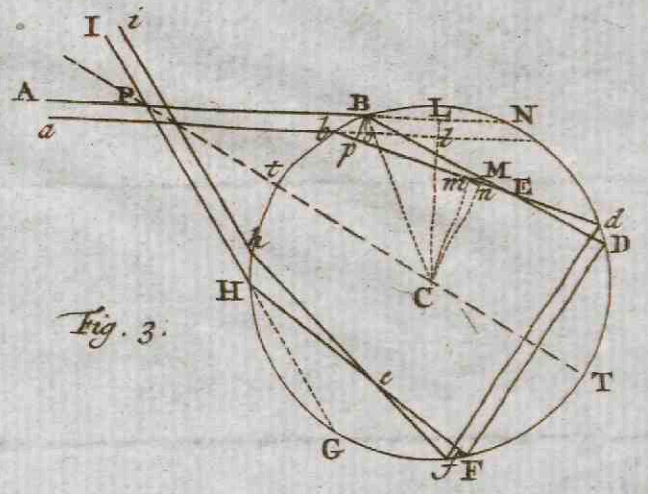


Fig. 3.

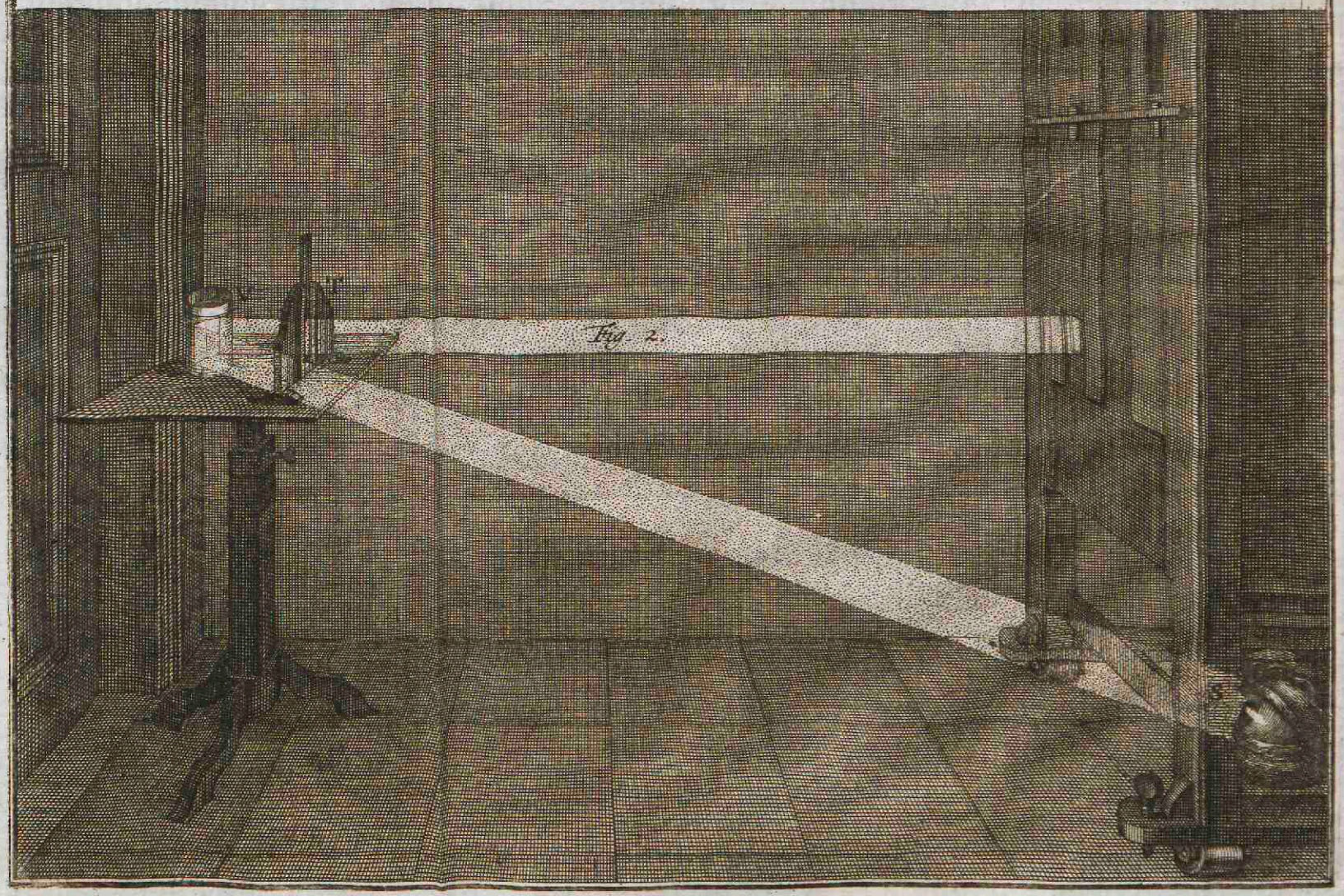


Fig. 2.

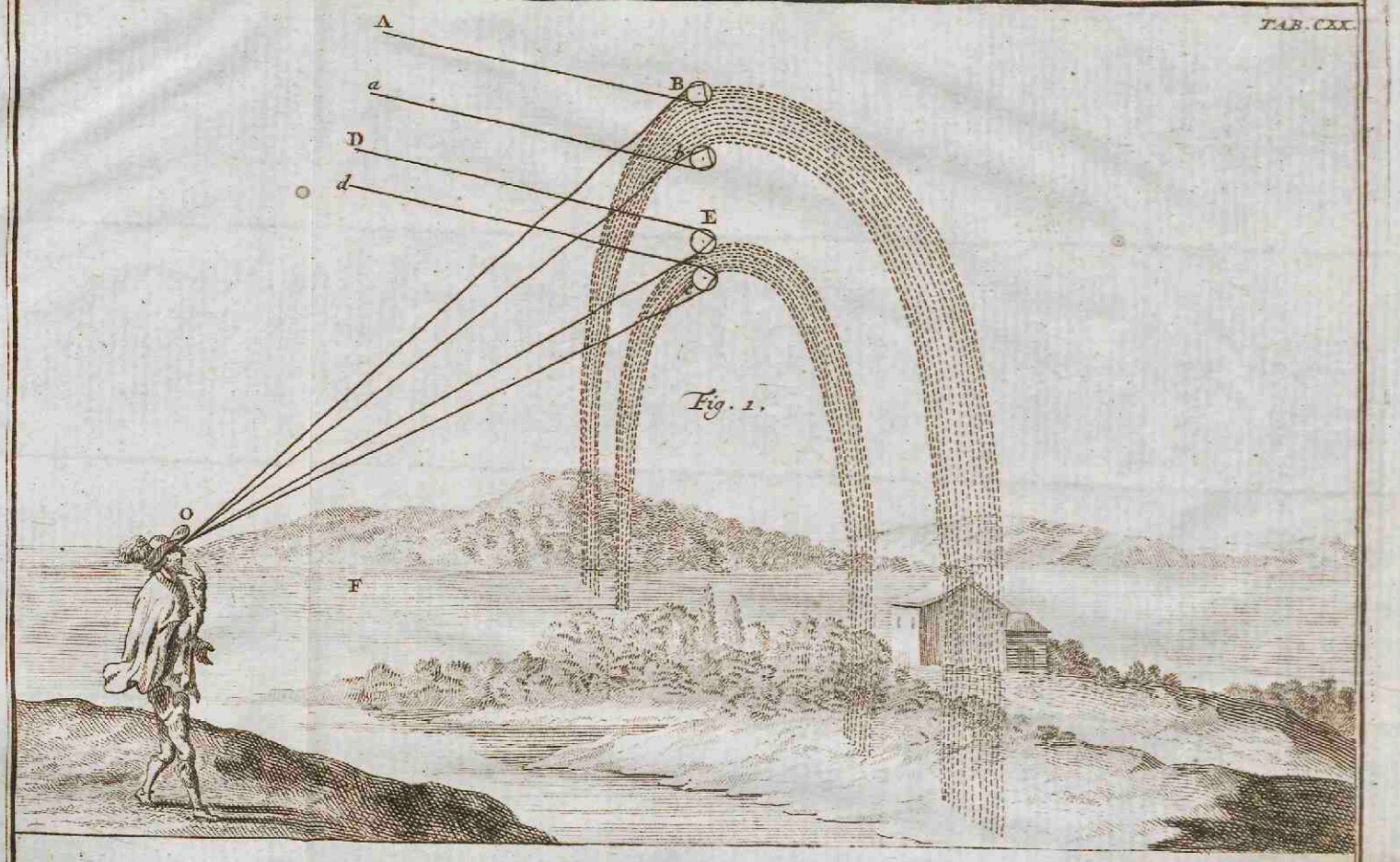


Fig. 1.

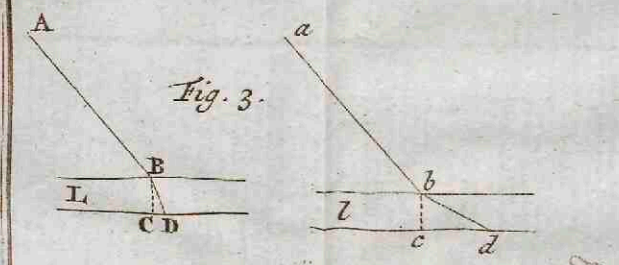
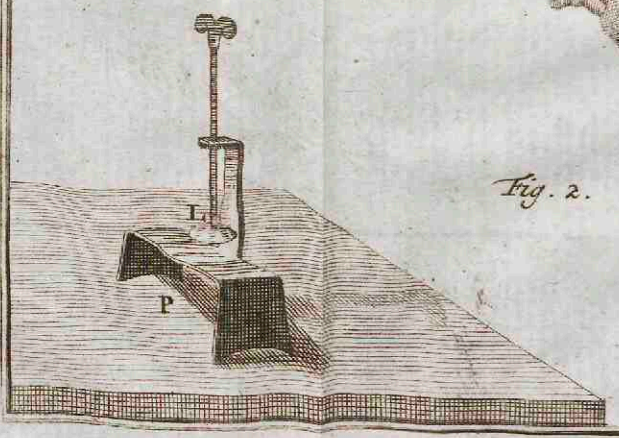


Fig. 3.



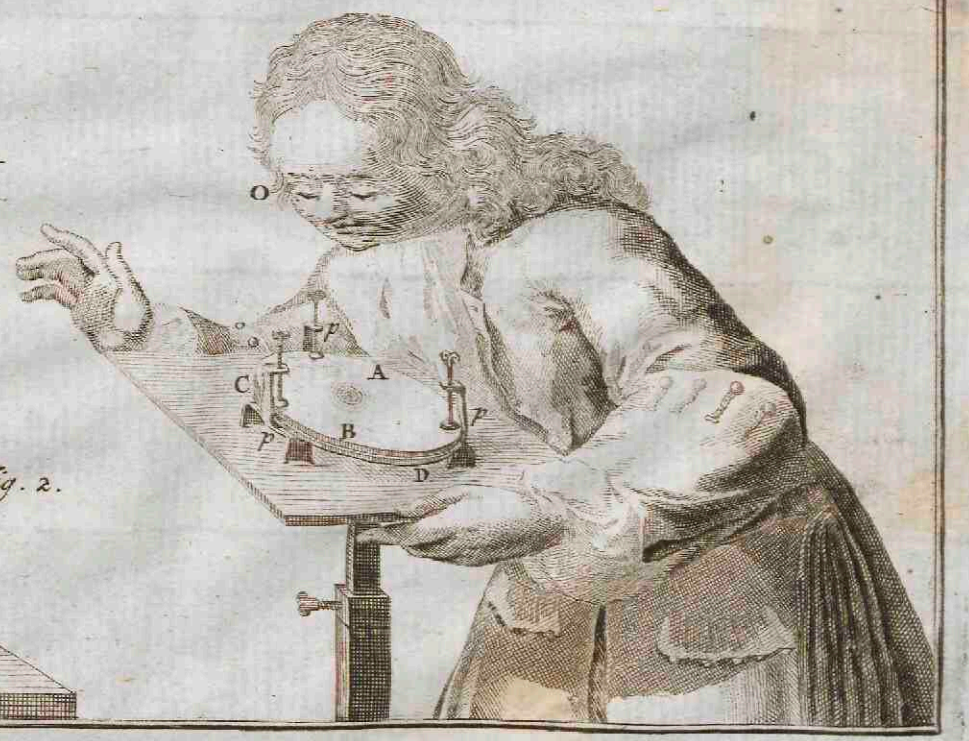
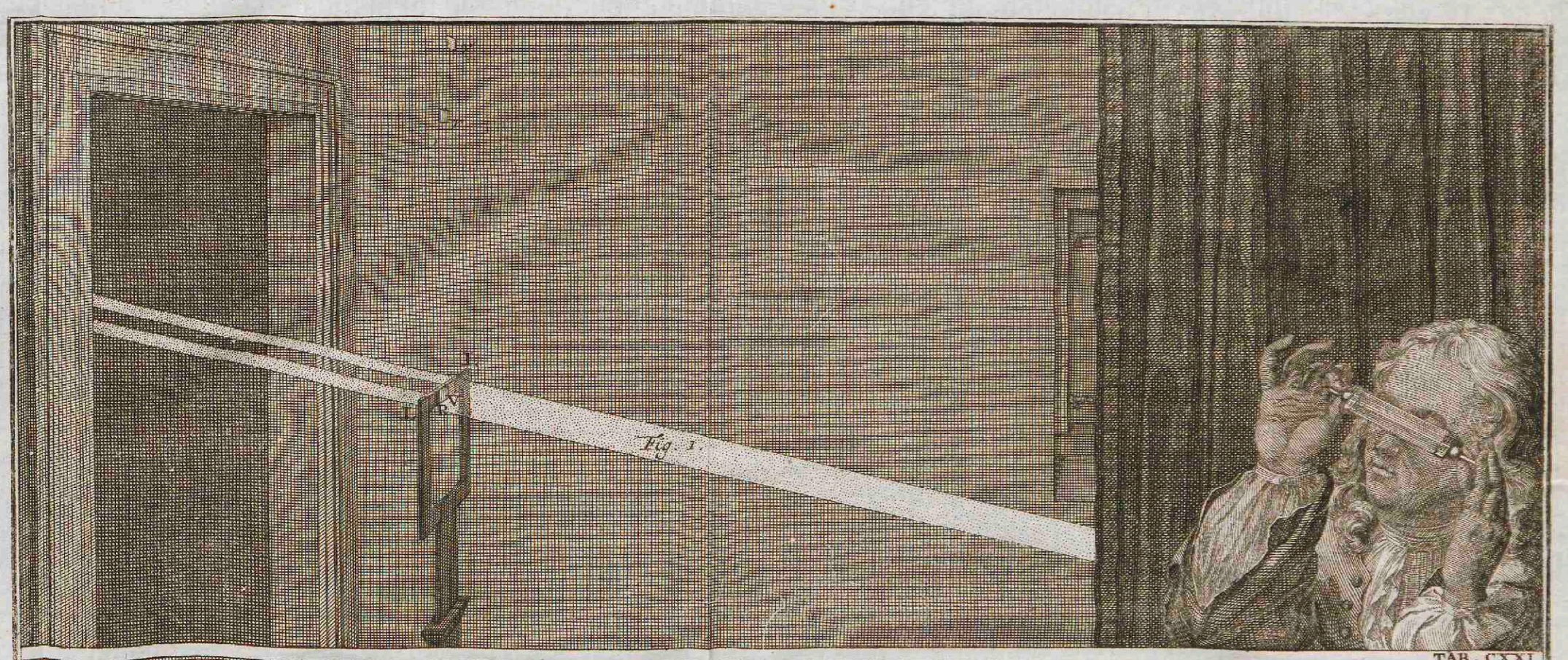
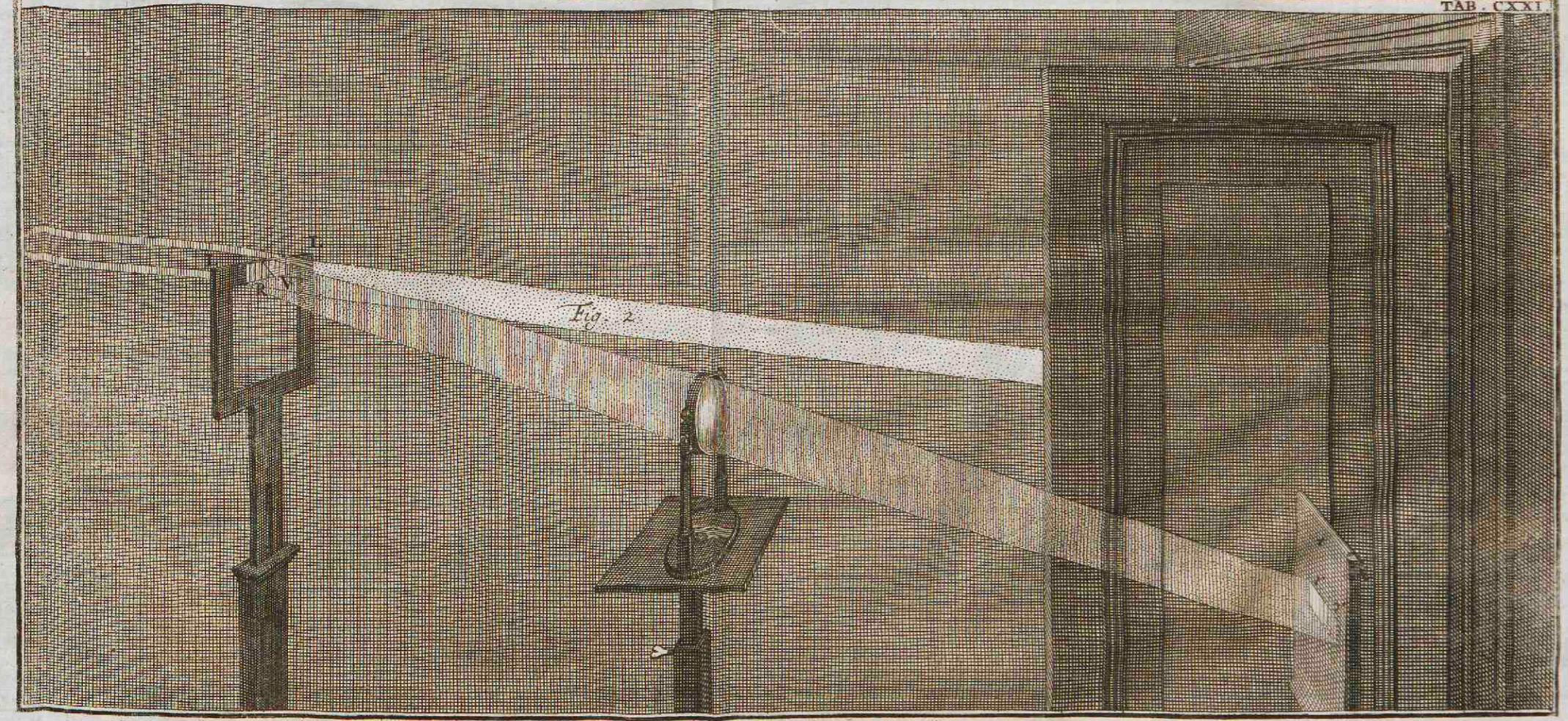


Fig. 2.


Fig. 1.


Fig. 2.

Jup. cum Satell.

Fig. 2.

Sat.

Venus

Merc.

Tell

Mars

Fig. 4.

Jup.

Sat. cum Satell.

Fig. 3.

Fig. 1.

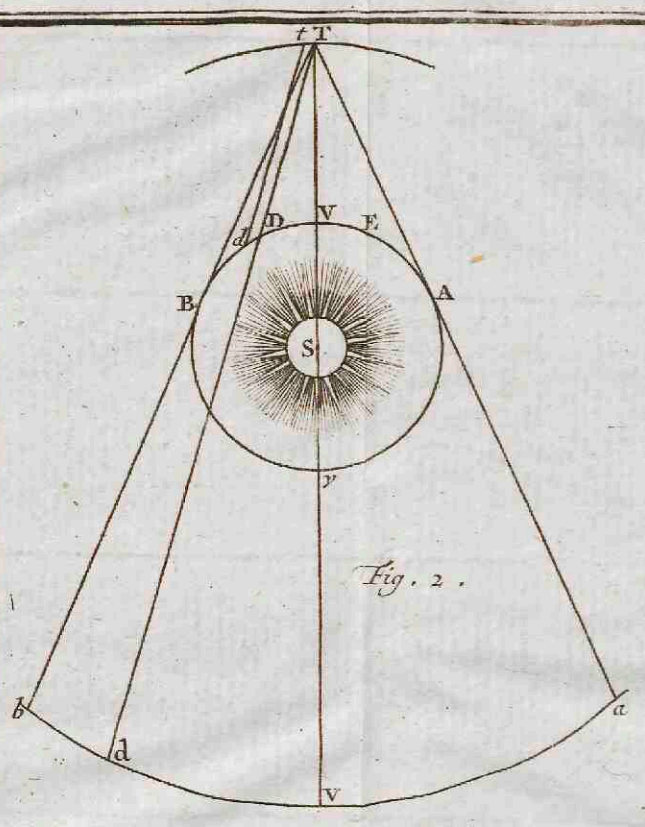


Fig. 2.

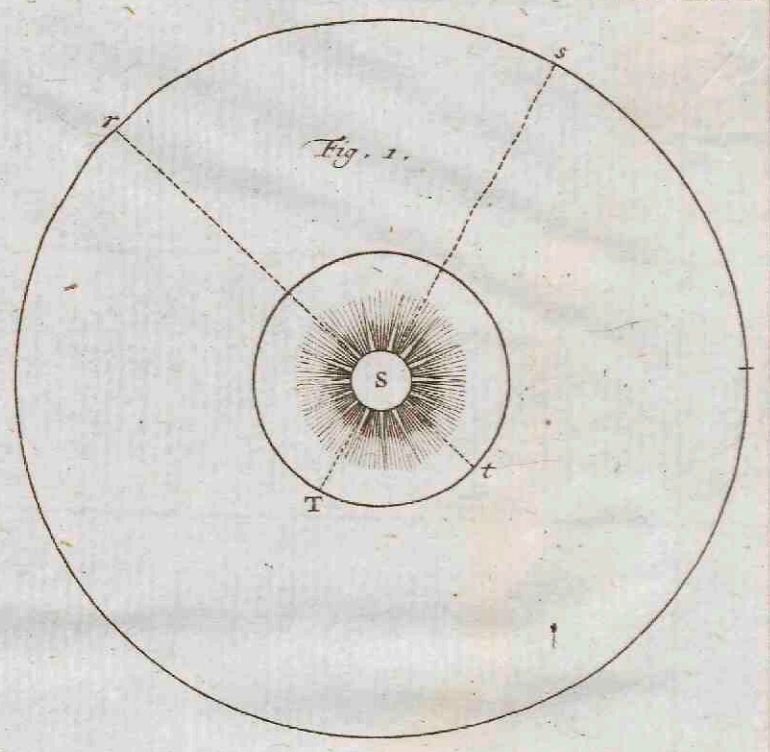


Fig. 1.

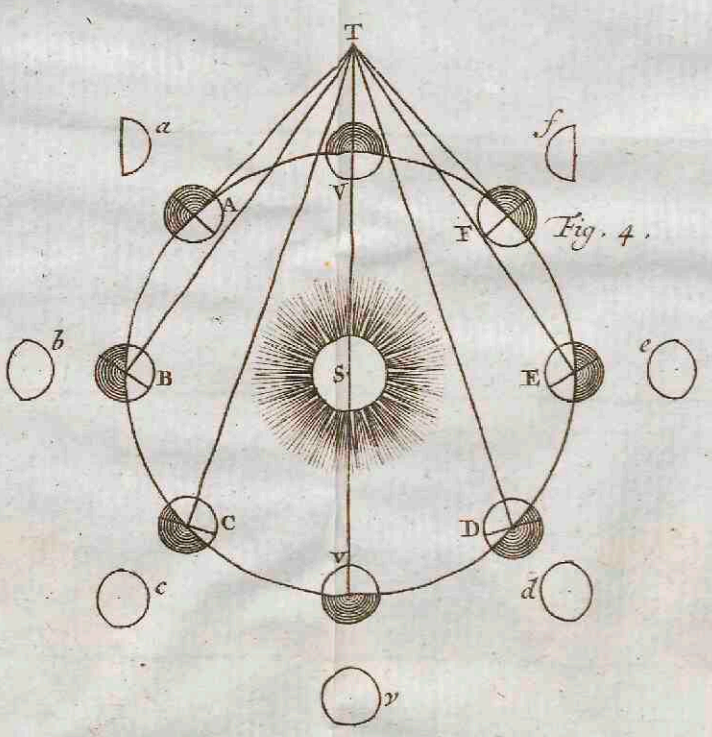


Fig. 4.

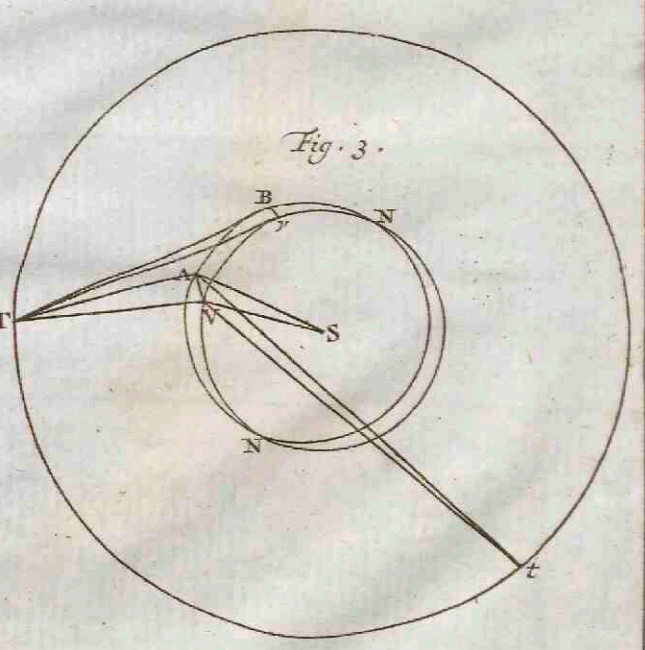


Fig. 3.

TAB. CXXIV.

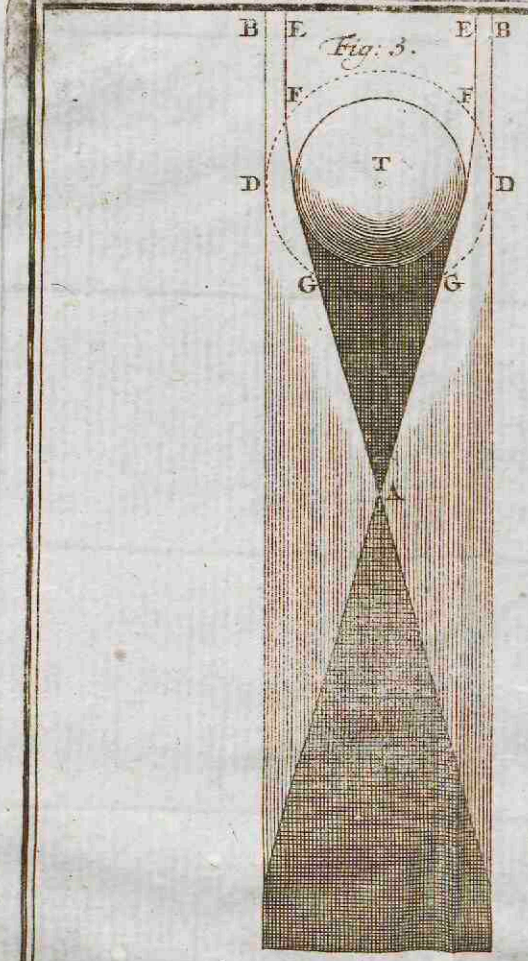


Fig. 3.

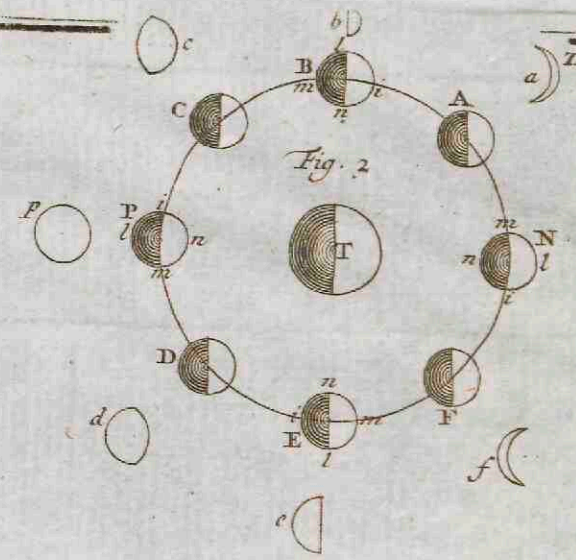
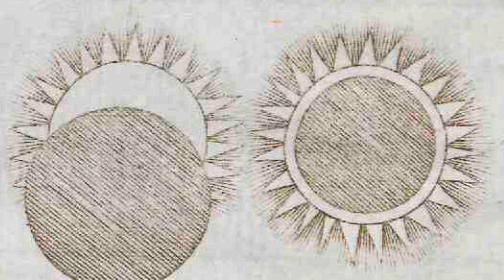


Fig. 2.


Fig. 5. Fig. 6.

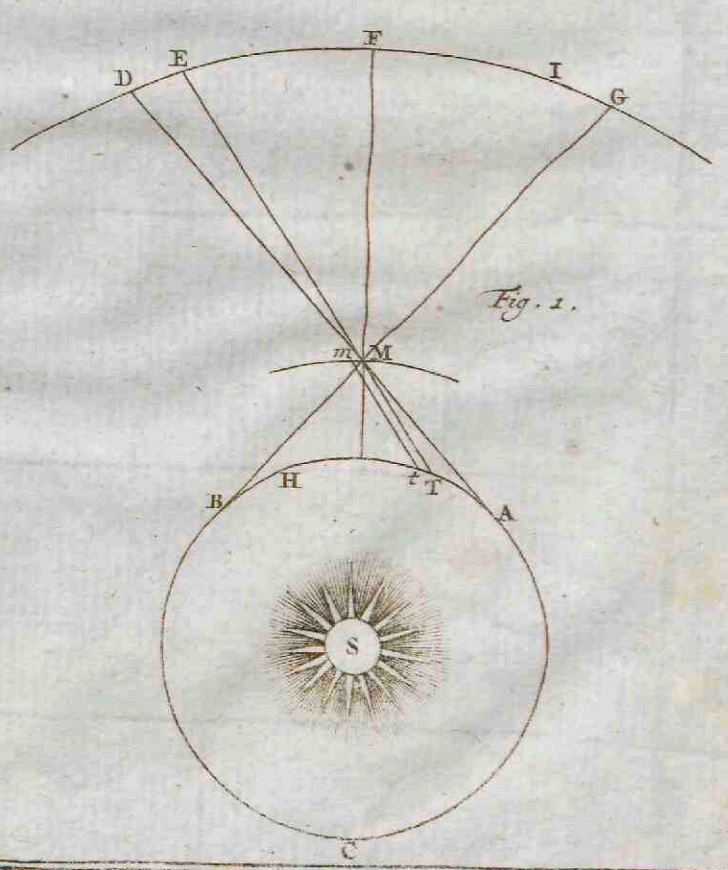
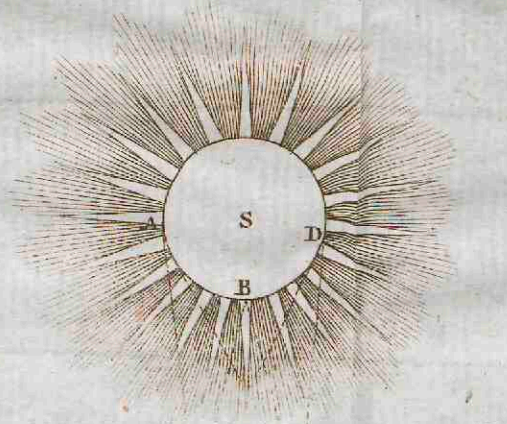


Fig. 1.



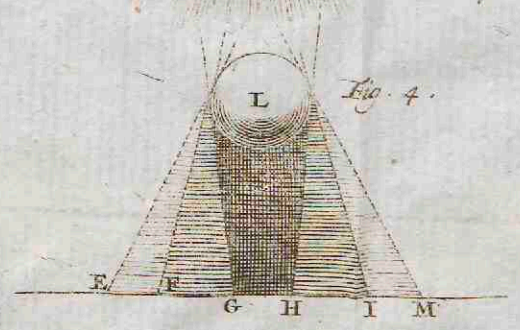


Fig. 4.

TAB. CXXV.

Fig. 1.

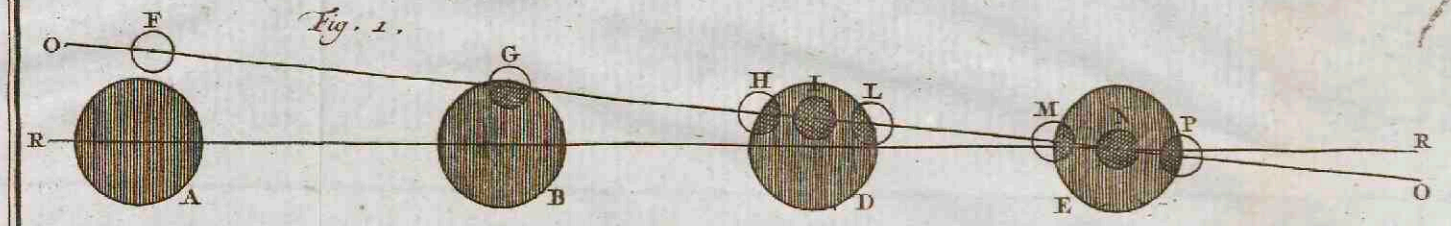


Fig. 2.

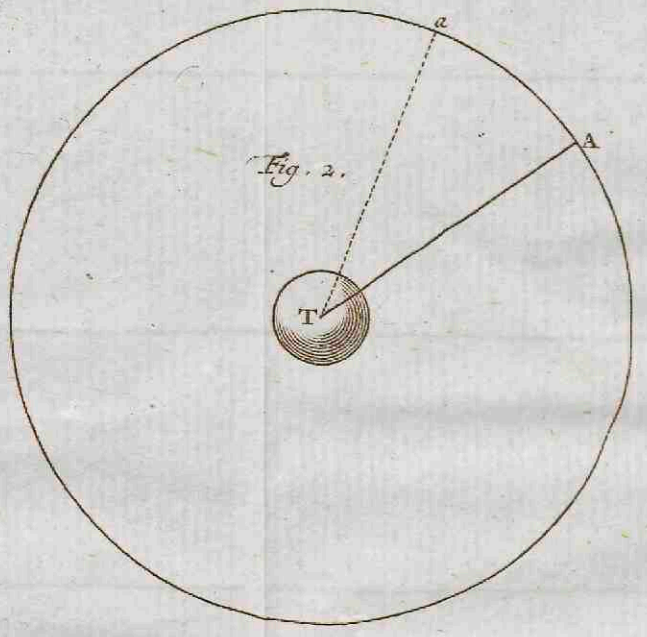


Fig. 3.

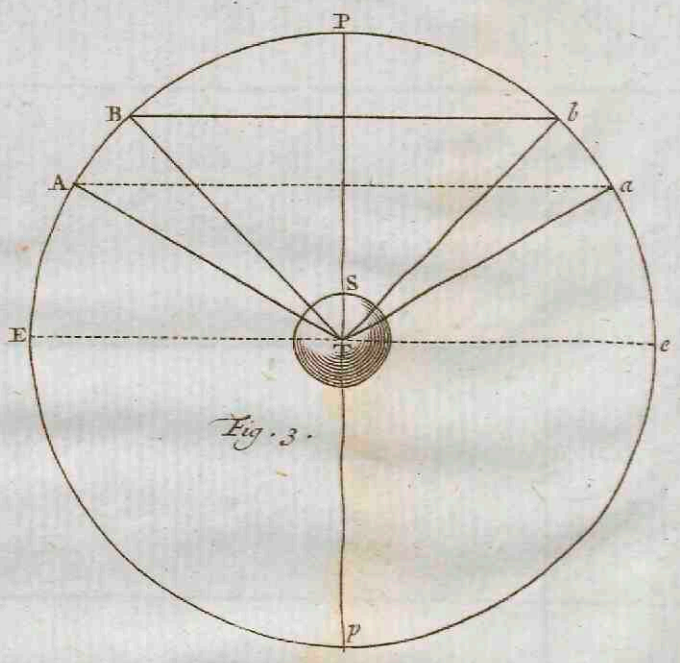


Fig. 4.

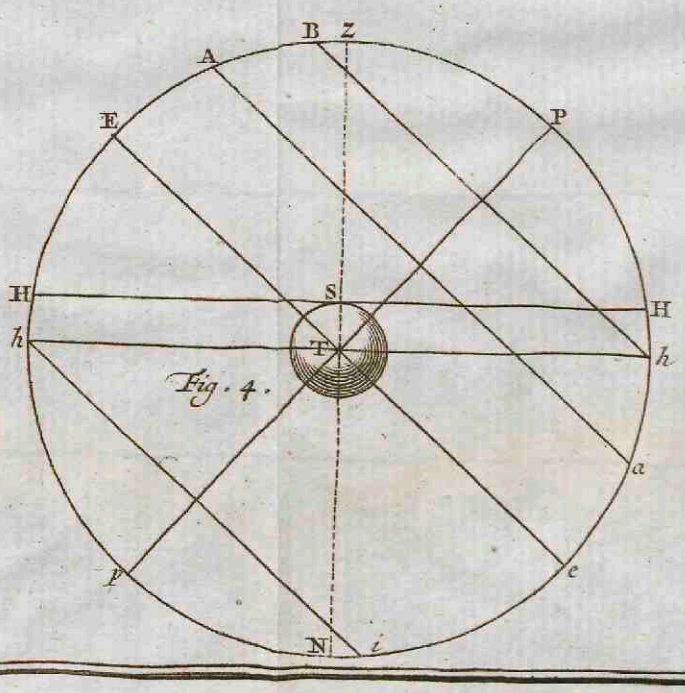


Fig. 5.

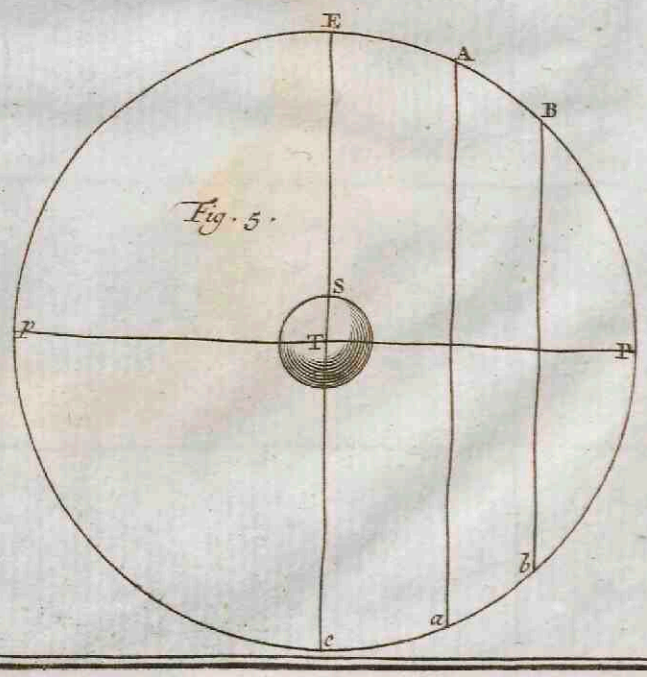
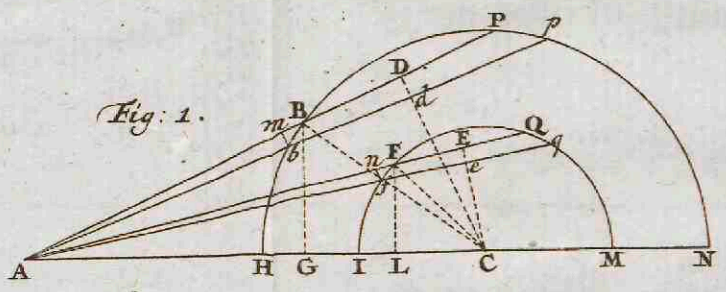


Fig: 1.



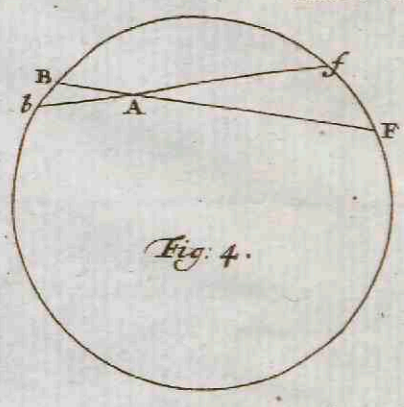
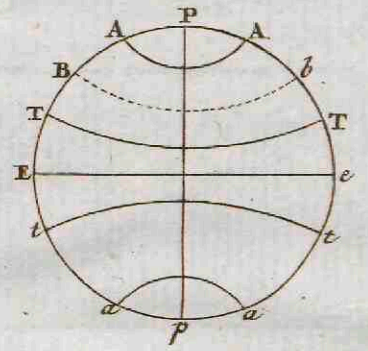


Fig: 4.

Fig: 2.



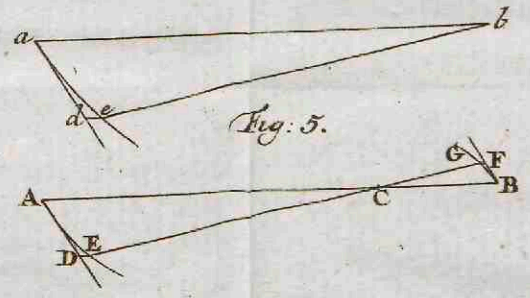


Fig: 5.

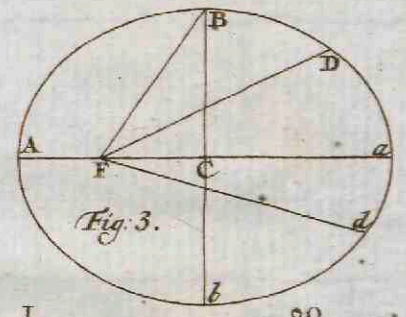
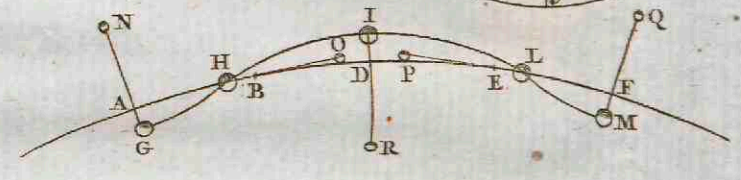


Fig: 3.



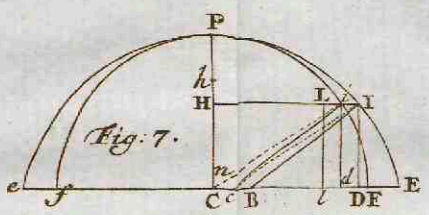


Fig: 7.

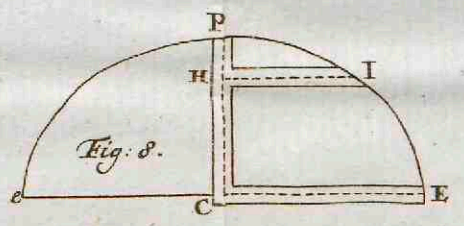


Fig: 8.

Fig. 6.

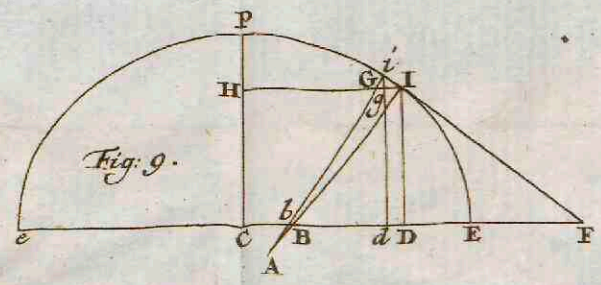
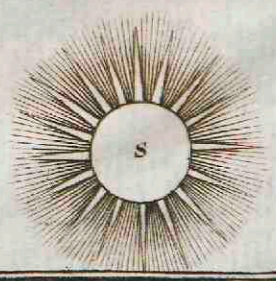


Fig: 9.



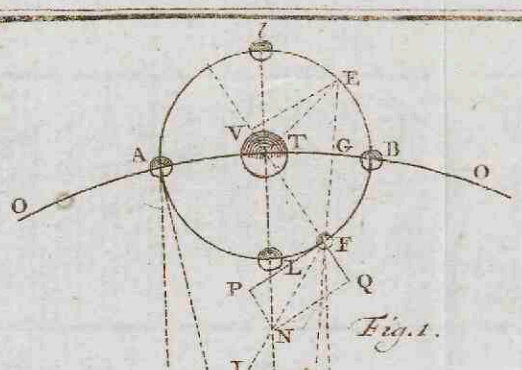


Fig. 1.

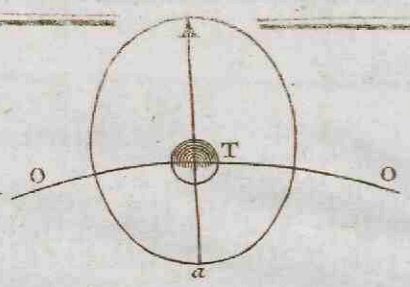


Fig. 2.

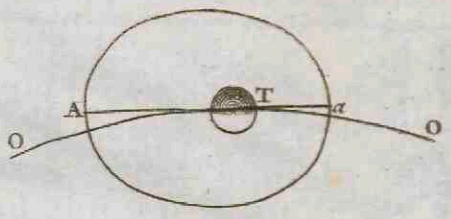
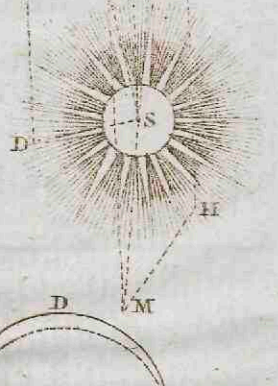
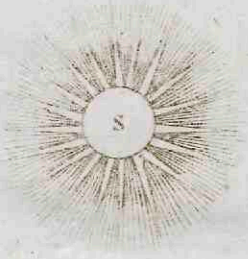
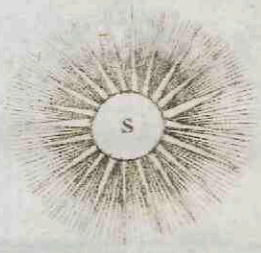


Fig. 3.







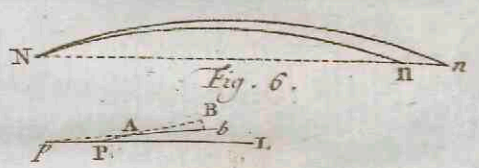


Fig. 6.

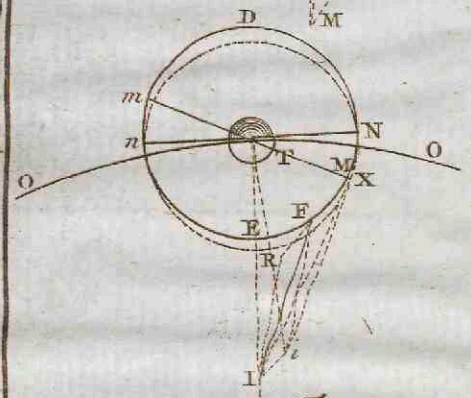


Fig. 4.

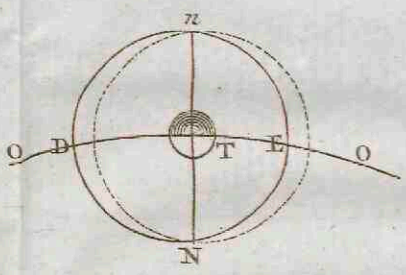


Fig. 5.

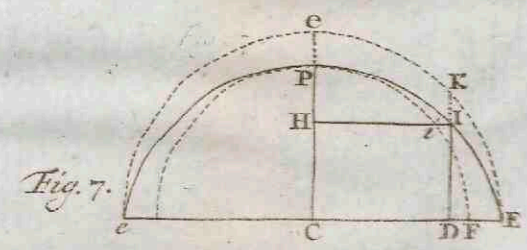


Fig. 7.

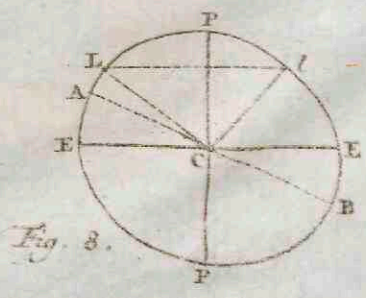


Fig. 8.

