



Contributions à la géologie des Pays-Bas

<https://hdl.handle.net/1874/209697>

203. Reg: Eur. Nederl.

EU-he. 203

ACU 1175

CONTRIBUTIONS

A LA

GÉOLOGIE DES PAYS-BAS.

PAR

DR. J. LORIÉ.

—
Bibliotheek
Instituut voor aardwetenschappen
Budapestlaan 4
3584 CD Utrecht

V.

LES DUNES INTÉRIEURES, LES TOURBIÈRES BASSES ET LES
OSCILLATIONS DU SOL.

—
Extrait des Archives Teyler, Série II, T. III, Cinquième Partie.

—
BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT

HAARLEM,
LES HÉRITIERS LOOSJES.
1890.

TABLE DES MATIÈRES.

Contributions à la Géologie des Pays-Bas. V. Les Dunes intérieures, les Tourbières basses et les Oscillations du Sol par Dr. J. LORIÉ.

Introduction. Littérature des Dunes intérieures	Pag. 1.
Chapitre I. Nos propres Observations dans les Dunes internes	» 9.
A. Les Dunes au nord du Vieux-Rhin.	
Noordwijk et Noordwijkerhout.	
Collines de Rijnsburg, Poelgeest et Leide	» 10.
Warmond—Sassenheim	» 11.
Voorhout—Drechsberg—Kronestein	» 12.
Hillegom—Heemstede—Harlem	» 14.
Bloemendaal—Zandpoort—Velsen	» 16.
Castricum—Heemskerk	» 17.
Limmen—Alkmaar—St. Pancras	» 18.
B. Les Dunes au sud du Vieux-Rhin	» 20.
Wassenaar—La Haye	»
La Haye—Loosduinen	» 21.
Voorschoten—Rijswijk—Monster	» 23.
C. Environs de Delft	» 24.
Chapitre II. Hypothèse de la Formation des Dunes intérieures et des Vallées dunaires	» 27.
A. Les Dunes et les Vallées	
B. Rapport entre la Zone de Sable et les grandes Tourbières	» 34.
C. Les Environs de Delft	» 36.
D. Difficultés à résoudre	» 38.
E. Naissance des Cordons littoraux	» 40.
F. Comparaison du „Haff” de Hollande avec quelques autres	» 43.
Chapitre III. L'Abaissement du Sol et les Tourbières	» 47.
A. L'Abaissement du Sol pendant la Période du Zanddiluvium	
B. Les Tourbières des Pays-Bas et de la Belgique	» 49.
C. L'Abaissement du Sol dans les Temps historiques	» 53.
D. L'Abaissement du Sol dans les Temps préhistoriques	» 60.

E. Forêts et Tourbières submergées dans le N. O. de l'Allemagne et de la France	Pag.	61.
Chapitre IV. Formation des grandes Tourbières	»	65.
A. Hypothèses des différents Auteurs		
B. La Tourbe plus ancienne et plus profonde de la Hollande.....	»	69.
C. Formation des deux Couches de Tourbe, Émersion temporaire du Sol et Conséquence de celle-ci.....	»	71.
D. Appendice. Aperçu des Forages de Zoetermeer, Leide, Vogelen- zang, Harlem et Overveen.....	»	78.

CONTRIBUTIONS
A LA
GÉOLOGIE DES PAYS-BAS.

PAR
Dr. J. LORIÉ.

V¹).

LES DUNES INTÉRIEURES, LES TOURBIÈRES BASSES ET
LES OSCILLATIONS DU SOL.

Introduction. Littérature des Dunes intérieures.

Les paysages les plus pittoresques de notre patrie se trouvent dans nos provinces orientales d'Utrecht, de la Gueldre et de l'Overijsel et dans la partie occidentale des deux provinces de la Hollande Septentrionale et Méridionale. La cause de ce phénomène est la même : „un sol sableux et onduleux, qui est plus propre à la culture des forêts qu'à celle du blé ou des prairies. Le pays entre Harlem et La Haye que nous avons en vue, est célèbre et par ses forêts et ses maisons de campagne, et par la culture des oignons à fleurs, qui ne se pratique qu'exceptionnellement dans d'autres parties des Pays-Bas.

Celui qui visite cette contrée, est aussitôt frappé par le contraste des deux éléments du paysage. D'un côté les parties sèches et sableuses, portant les forêts et les champs d'oignons à fleurs, et de l'autre des prairies étendues assez fertiles, semblables à celles de nos provinces basses. Elles sont à peu près horizontales et ont souvent été confondues avec les petites vallées *dans* les dunes (*pannes*) dont elles diffèrent pour-

¹) Les Contributions I, II, III font partie des *Archives Teyler*, Série II, Tome II, III, 1885 et 1887, et les Contributions IV du *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*. Tome III. Année 1889.

tant considérablement. Elles sont beaucoup plus longues et s'ouvrent généralement d'un côté dans les vastes prairies de la Hollande et séparent ainsi les dunes maritimes, qui longent la côte des dunes intérieures („*Zeeduinen*” et „*Binnenduinen*”). De temps à autre, ces deux espèces de dunes se confondent, tandis qu'ailleurs elles sont nettement séparées. Les „*Duinpannen*”, vallées dans les dunes maritimes, au contraire, sont partout entourées de dunes.

Voyons ce que les différents auteurs qui s'en sont occupés ont remarqué sur leur aspect et ce qu'ils ont pensé de leur mode de formation. En vérité ce n'est que très peu de chose.

I. Le Francq van Berkhey. Réponse à la Question : „Quels sont les moyens de mettre en culture avec le plus de profit nos champs, tant élevés que bas, chacun d'après sa nature? (holl.). Mémoires de la Société hollandaise des Sciences de Harlem. VIII. 1765.

L'auteur a observé qu'on „trouve au milieu de nos dunes des vallées entières. J'en ai vu dans lesquelles le bétail broutait et qui eussent pu devenir un très bon terrain, si elles avaient été préparées convenablement.”

II. Le Francq van Berkhey. Histoire naturelle des Pays-Bas. (holl.). Vol. II. Amsterdam. 1771.

Il y parle seulement des sablières près de Voorhout, Katwijk-sur-Rhin, Wassenaar, Hillegom dans les „dunes intérieures.” Il fait aussi mention des différentes couches de sable, contenant parfois de la tourbe, à Voorhout, Lisse et Noordwijkerhout.

III. J. A. De Luc. Lettres physiques et morales. II. 1771. Pag. 207.

Il remarque qu'on rencontre en Hollande à une distance considérable de la mer des dunes, comme à Lisse, Hillegom, Huis-ten-Deyl, etc. qu'il faut probablement attribuer à un déplacement par le vent.

IV. Même ouvrage. V. 1779. Pag. 311.

Il y dit que : „le canal de Harlem à Leide va au travers des dunes à Vogelenzang et passe par une petite vallée qui s'élargit et s'ouvre dans la plaine de Leide. Là, le terrain devient plus bas, de sorte qu'on a besoin de moulins à épuisement.” Il a ainsi remarqué très distinctement le point caractéristique de nos vallées dunaires, mais ne paraît pas avoir continué ses observations.

V. Rapport général de la Commission de Surintendance, sur l'Examen des Dunes. (holl.). Vol. I. État actuel des Dunes de la Hollande. 1798.

Pag. 64. Pendant les inspections, il a été remarqué qu'il existe en Hollande, parallèles aux bancs de sable de la côte, trois chaînes de dunes séparées par de vastes plaines cultivées. Pour cette raison on distingue des dunes antérieures, moyennes et postérieures.

Pag. 80. A l'extrémité méridionale d'Egmond, les dunes s'élargissent. Près du „Vogelwater”, non loin d'Egmond, des vallées de différente grandeur commencent et se suivent sans interruption. En plusieurs endroits la vue n'est interrompue ni devant, ni derrière. Au devant, il n'y a des hauteurs qu'à Castricum.

Pag. 89. Dans les „Heerenduinen” (dunes des seigneurs) à Bloemendaal, derrière les hauteurs et près de la mer, il y a des plaines vertes et couvertes d'herbe.

Pag. 96. Près de Vogelenzang il y a dans les dunes une grande plaine, traversée par un petit ruisseau, qui contient de l'eau même en été et se jette dans le canal de Leide. Du „Paardenkerkhof” (ferme) jusqu'à Noordwijkerhout, il n'y a que des terrains plats, longs de 1100 „roeden” (une „roede” d'Amsterdam = 4,5 M., de Rijuland = 5 M.), donc = 4950 — 5500 mètres. Ils ressemblent aux vallées de Heemskerk et de Castricum.

Pag. 98. Nous fûmes étonnés de voir une grande plaine, longue de 700 roeden (= 3150 — 3500 M.) avec des champs verdoyants.

Pag. 99. Près de Noordwijkerhout, les dunes se rétrécissent tout à coup jusqu'à Katwijk.

Pag. 100. A Katwijk, les dunes s'élargissent considérablement jusqu'à Scheveningue et ont une largeur de 600 — 700 roeden.

Pag. 102. Près de Wassenaar, il y a des terrains nivelés qui ont été mis en culture.

Pag. 110. Il y a des dunes intérieures à Eikenduinen et Loosduinen, derrière lesquelles un ruisseau coule à travers les prairies.

VI. M^{re} D. T. Gevers. Traité sur la possibilité de rendre accessibles les Vallées dans les Dunes sur les côtes de la Hollande. (holl.). Amsterdam. 1826.

Nous croyions trouver quelque chose sur notre sujet dans ce traité, à en juger d'après le titre; mais l'auteur ne s'y occupe que des petites vallées en cul-de-sac dans les dunes maritimes (pannes), auxquelles la question avait rapport. Il conclut que les dunes de Katwijk doivent leur origine à l'action de la mer, puisqu'on trouve sous elles l'argile fluviatile du Rhin. Il est convaincu en outre que les vallées dont il parle ont été formées par l'érosion du vent (ce qui est aussi notre opinion), d'autant plus que toutes ont une direction du S.O. au N.E. et sont le plus bas du côté S.O. (vent prépondérant). Il mentionne en passant le „Zegveld”, vallée entre les dunes maritimes et celles de Noordwijk-Binnen. „C'est une longue zone de prairies avec des „watergangs”, des fossés et des habitations.” Cette vallée est pourtant différente des autres et appartient à celles qui nous occupent.

Il traite également du „Breesaap”, grande vallée près de Velsen et actuellement coupée par le canal maritime d'Amsterdam. Elle était déjà cultivée en 1728 et suffisamment drainée par un ruisseau qui coule dans la mer.

VII. F. Arends. Histoire physique des Côtes de la Mer du Nord. Groningue 1835. (Traduction hollandaise de l'allemand par Westerhoff.) Vol. I. Pag. 48.

Les dunes qui sont l'une à côté de l'autre forment deux ou trois rangées, et s'élèvent de 20 à 30, rarement de 50 pieds au-dessus de la plage; les rangées alternent avec des vallées riantes.

Annotations de Westerhoff, pag. 414.

Le nombre des rangées proprement dites monte jusqu'à cinq, dont trois constituent les chaînes principales. Les dunes intérieures ne se trouvent pas partout, mais seulement à certains endroits, comme à Castricum, Harlem, Bennebroek, Hillegom, Lisse, Voorhout, Noordwijk et Wassenaar.

VIII. W. Van den Hull. Sur l'Origine et l'Histoire des Dunes hollandaises. Harlem. 1838. (holl.).

Ce travail contient le plus de détails sur notre sujet, mais porte partout les traces du peu d'expérience de l'auteur dans les sciences naturelles. Le noyau de son raisonnement sur la matière qui nous occupe est le suivant.

„La Mer du Nord a la forme d'un entonnoir, de sorte que l'eau s'y élève par les tempêtes du nord et s'élèverait davantage encore, si le Pas de Calais était fermé. C'était le cas plusieurs siècles avant notre ère. Le niveau y était probablement plus élevé par suite des rivières qui y jettent leurs eaux, auxquelles se joignent celles de la Baltique. Par chaque tempête, l'eau de la mer jetait sur la côte du sable qui était refoulé par l'eau douce de ces rivières et la suite de ces luttes répétées fut la formation d'une immense digue de sable. Celle-ci était partiellement bouleversée du côté extérieur par la mer pendant la tempête et du côté intérieur par l'eau des rivières après que la nature eut reconquis son calme ordinaire. Elle s'étendait de Calais jusqu'au Cap Skagen, à une distance notable de la côte actuelle.”

„Une grande inondation, probablement le Déluge Cymbrique, causa la rupture de cette langue de terre et la formation du Pas de Calais. Le niveau de la Mer du Nord baissa en conséquence, les parties les plus élevées du banc sortirent des eaux et bientôt le vent y éleva des dunes. Une autre conséquence fut que le lac d'eau douce derrière cette digue y ouvrit bientôt une brèche, par laquelle le superflu s'écoula tout à coup, jusqu'à ce que l'équilibre hydrostatique fut rétabli.”

Sable fantaisie
→

Van den Hull admet (sans aucune preuve) que „la rupture de la langue de terre anglo-gauloise eut lieu dans les temps historiques et que les Carthaginois et les Grecs en profitèrent pour leur commerce d'étain et de succin. Selon lui, Pytheas de Massilia, contemporain d'Alexandre le Grand, fut un des premiers navigateurs qui passèrent par la nouvelle route maritime. Treviranus aurait fixé la date de ce déluge en 340 av. C.”

„La première rupture du banc de sable aurait eu lieu près de Katwijk ; du temps de l'arrivée des Romains il y en avait 2 ou 3. Les dunes ne se formèrent qu'un *peu* plus tard, puisque leurs chroniqueurs, qui observaient très bien, n'en parlent point.”

„Par suite de l'érosion marine et de l'action du vent, la rangée se déplaça continuellement vers l'intérieur.”

„Les dunes de la Hollande sont très larges à Harlem et à Zandvoort, ce qui s'explique par la position de ces deux endroits à mi-chemin entre le Helder et la Meuse, de sorte que les vents du S.O., ainsi que ceux du N.E., y apportent du sable de la moitié de la chaîne. Quant à l'existence de différentes chaînes de dunes, ce n'est qu'un phénomène secondaire. Toute la masse de sable entre la Mer du Nord et la ligne Heemstede—Bennebroek—Hillegom a jadis formé un entier avant l'enlèvement d'une grande quantité de sable par l'homme.”

„En 860 eut lieu un grand déluge, par suite duquel l'embouchure du Rhin à Katwijk fut fermée, toute la Hollande, Utrecht et la Betuwe furent inondées et à Katwijk, le Rhin se fraya un nouveau cours à Vlaardingen d'un côté et à Egmond et à Petten dans la Hollande Septentrionale de l'autre. Il croit pouvoir démontrer par des arguments historiques et archéologiques que cette rivière a coulé entre les dunes maritimes et les dunes internes de Lisse, Hillegom, Bennebroek et Heemstede. Le château de Brederode aurait été un bureau de douane fortifié.” Nous croyons pouvoir quitter ici l'aperçu de cette publication que nous n'avons mentionnée que parce que l'auteur est le seul qui se soit occupé (malheureusement avec peu de succès) en détail de la formation des dunes internes et des longues vallées qui les accompagnent. L'absence totale d'argile fluviatile dans les deux vallées qui se touchent à Vogelenzang près de Harlem, eût déjà suffi à rejeter l'hypothèse de cette rivière ; le château de Brederode est aussi situé dans une autre vallée latérale des dunes et eût été tout à fait impropre à servir de douane.

IX. F. W. Conrad : „Sur les Dunes et les Plages” (holl.) (Contributions diverses. La Haye. 1849.), ne parle presque pas des dunes internes. Il les distingue pourtant des vraies dunes maritimes et les croit „formées par des tempêtes et des déluges.” C'est donc bien peu de chose. Selon

son opinion, la fermeture de la bouche du Rhin de Katwijk aurait probablement eu lieu en 860.

X. Staring, dans son principal ouvrage „Le Sol des Pays-Bas” (holl.) ne fait que toucher à la question. Il a pourtant senti la difficulté, mais ne voit pas de moyen de la résoudre.

Dans le premier volume, pag. 312—314, il remarque ce qui suit.

„La forme des dunes entre Harlem et Warmond près de Leide est très remarquable et n'est pas encore suffisamment expliquée. Une série ininterrompue de terres sableuses (*geestgronden*), qui forment de hautes dunes à Heemstede, Bennebroek et Hillegom, est indépendante et séparée des dunes maritimes par une zone de terres basses et tourbeuses. Elles y sont attachées seulement à Vogelenzang par les dunes que coupent le canal et le chemin de fer. Une répétition du même phénomène sur une échelle diminuée, s'observe à Noordwijkerhout et à Noordwijk, où les dunes intérieures sont séparées des dunes maritimes par des terres plates. Il est difficile de se représenter la formation des plaines entre les dunes internes et les maritimes. Elles sont trop étendues pour être considérées comme des dépressions ordinaires (pannes), qui ne sont autre chose qu'un terrain plus égal, qui a perdu par dispersion les collines qui le recouvraient autrefois. Le sous-sol de ces plaines est le même sable qui se trouve sous les dunes, mais il est situé trop bas pour qu'on puisse croire à une dispersion de dunes qui l'auraient recouvert. On a bien pensé autrefois à une érosion par un bras du Rhin qui aurait coulé par Noordwijkerhout, Vogelenzang, Overveen et Brederode, mais la marque caractéristique d'un pareil lit de rivière, l'argile fluviatile, y manque totalement. Le sable n'y est recouvert que par de la tourbe et on ne trouve de l'argile que près de Voorhout dans le voisinage immédiat de celle du Vieux Rhin, et près de Harlem, où elle est certainement en rapport avec l'Y ou le Lac de Harlem. Une tradition populaire veut qu'une grande partie des terres de la plaine basse ait été mise dans son état actuel par le transport du sable, mais ce n'est qu'une explication tout à fait arbitraire. Ce désablement n'aurait pu avoir eu lieu sur une pareille échelle, et d'ailleurs on n'enlève jamais le sable jusqu'à une profondeur semblable à la base de la couche de tourbe. Aussi faut-il se demander ce que serait devenu tout ce sable? Harlem et Leide n'ont pas été notablement rehaussées et Amsterdam a emprunté l'immense quantité de sable employée pour ses rues et ses digues, à 's Graveland et Naarden. L'explication la plus naturelle nous paraît être de considérer la dune intérieure entre Harlem et Warmond comme *originale et indépendante* et non en rapport avec les dunes maritimes.

Elle peut être comparée aux dunes de l'Eyerland, qui étaient séparées autrefois de celles du Tessel par une plaine de sable, ou bien aux dunes de Huisduinen qui étaient coupées de celles de Callantsoog. On trouve d'ailleurs sur le „Koe gras” de petites collines de sable, semblables aux dunes internes.”

Nous pouvons souscrire à tout ce que dit Staring sur notre matière ; il a très bien senti le caractère différent des grandes vallées à côté des dunes maritimes et des pannes ; mais il n'a pas étendu assez loin ses observations et n'est pas arrivé à un résultat suffisant, ce qui eût été le cas peut-être, s'il avait compris dans la comparaison les dunes du „Huis-ten-Deyl” et de Wassenaar, comme l'avait déjà fait Le Francq van Berkhey (l.c.) dans le siècle précédent.

Ceci est d'autant plus remarquable, que dans un travail antérieur :

XI. „L'Abaissement du Sol des Pays-Bas, jugé d'un point de vue géologique.” dans les „Rapports et Communications de l'Académie royale des Sciences” ; 1855 (holl.) il a presque touché à la solution proposée par nous. En parlant (pag. 156) de l'ancienne plage élevée (de sable marin formant le sous-sol des dunes intérieures), il dit littéralement : „Pour en expliquer la formation, il faudra admettre pour les environs de Noordwijk et de Harlem, qu'autrefois les dunes intérieures actuelles étaient les dunes extérieures ou marines, et que les dunes extérieures qui recouvrent maintenant ces plages, n'existaient pas, ou plutôt qu'elles reposaient d'autant plus loin vers l'ouest dans la mer, qu'elles laissaient derrière elles de l'espace pour une anse, dans laquelle l'eau de la mer pouvait couler librement.”

Nous relevons le fait que ce passage se trouve dans un travail antérieur au S. d. P. B. et que Staring n'a donc pas élaboré cette idée, mais l'a laissée tomber probablement.

XII. M. Winkler : „Considérations géologiques sur l'Origine du Zanddium, du Sable Campinien et des Dunes maritimes des Pays-Bas.” Archives du Musée Teyler. V. 1878. n'ajoute rien de nouveau à la question dans son traité, qui est en partie une traduction fragmentaire de l'ouvrage de Staring. Il embrouille même les choses en confondant les pannes et les vallées, que Staring tient nettement séparées, preuve qu'il ne les a jamais bien observées, quoique habitant dans leur voisinage, à Harlem.

Il dit littéralement : „Aux endroits les plus larges, la chaîne des dunes est formée de plusieurs rangées de ces collines, qui s'attachent les unes aux autres, laissant entre elles des vallons plus au moins spatieux, qui portent en néerlandais le nom de „duinpannen.”

Nous insistons sur l'inexactitude de cette assertion : les vallées décrites

sont tout autre chose que les vallons en cul-de-sac, nommés: „*duinpannen*” et ont une origine toute différente.

XIII. M. Seelheim, géologue indépendant à Utrecht, a publié en 1885 un petit traité amusant dans les „*Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens, XLII.*” Il est intitulé: „*Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Niederlande.*” Nous croyons qu’il suffira de reproduire la marche des idées comme nous l’avons fait en 1887 (Contributions II, pag. 7) à propos d’un autre traité plus curieux encore.

1. Le delta quaternaire du Rhin (Diluvium rhéna de Staring) s’est formé en 40 jours par le Déluge de Noé. — 2. Bientôt après, il se forma la côte primaire de la Hollande sous l’influence du courant du flux, venant de la Manche, côte derrière laquelle s’étendait un „*Haff.*” — 3. Les dunes maritimes ne sont pas mentionnées par Pline, par conséquent elles n’existaient pas. — 4. La bande sableuse qui accompagne nos côtes n’est pas composée de couches alternantes de sable et d’argile. — 5. Elle n’a pas été formée par conséquent par la sédimentation ordinaire, mais tout d’un coup. — 6. La chaîne de dunes de nos côtes a été dispersée en un temps très court et a formé cette bande de sable. — 7. Les plus violentes tempêtes de nos jours sont incapables de produire un effet aussi grandiose. — 8. C’est une tempête extraordinaire qui l’a fait: le Déluge Cymbrique. — 9. Il a eu lieu en l’an 113 avant notre ère; les dunes maritimes ne s’étaient pas encore reformées lors de l’arrivée des Romains, et il est bien naturel que Pline n’en parle pas. — 10. La cause de ce déluge fut une éruption volcanique et un tremblement de terre en Islande. — 11. Une preuve indirecte de cette éruption se trouve dans la mythologie scandinave, l’*Edda*. — 12. Une preuve directe en sont les lits coquillers élevés de la Suède et de la Norvège méridionale, ainsi que les scories de fer (*ijzerslakken*) à grandes cavités, que la mer jette de temps à autre sur les côtes. — 13. Une conséquence de ce déluge est l’abaissement de la Hollande occidentale, attendu que le sable a sous l’eau un équilibre différent de celui qu’il a dans l’air et se disperse horizontalement.

Avant de partir de ce *curiosum scientiae*, nous voulons relever son analogie avec le traité de Van den Hull (VIII), qui a été pourtant écrit il y a un demi-siècle et par un auteur qui ne paraît s’être jamais occupé de la science géologique.

Seelheim blatt
boh hier !!

Chapitre I. Nos propres Observations dans les Dunes intérieures.

A. LES DUNES AU NORD DU VIEUX-RHIN.

Noordwijk et Noordwijkerhout.

Nous préférons ne pas poursuivre notre examen des dunes d'un bout à l'autre, mais commencer à un point où le phénomène se présente dans toute sa clarté, et ensuite le comparer avec les autres points. Nous partons donc du village de Noordwijk situé non loin de la ville de Leide. Un peu au N. E. de ce village apparaissent de petites dunes, qu'on peut suivre sur une distance de 7 ou 8 K.M. dans cette même direction; elles constituent une zone d'environ 1 K.M. de largeur et se confondent finalement avec la masse des dunes maritimes près de la ferme de „Ruigenhoek.” Le village de Noordwijkerhout est situé au milieu de cette chaîne, dont la limite orientale est très nette et facile à suivre, à cause de la différence de niveau. Elle coïncide assez précisément avec le „Kerkweg” et le „Heerenweg” (comp. la carte topographique du Ministère de la Guerre, échelle 1 : 50 000). Il en est de même de la limite occidentale du côté de la vallée du „Noordzijder-Polder,” qui ne devient indistincte que vers le nord. Près de la métairie de „Sasbergen” la vallée finit et le terrain s'égalise avec les dunes. D'abord la surface devient onduleuse et on y voit bientôt apparaître de petites dunes qui s'agrandissent vers le nord-est. La limite septentrionale de la vallée est par conséquent plus ou moins arbitraire. Sa limite occidentale est à son tour très nette et ne donne lieu qu'à l'observation, que la pente raide des dunes externes passe par une pente plus douce dans la vallée proprement dite, ce que prouvent aussi les fossés transversaux, qui forment plusieurs petites chutes d'eau de 1—2 d.M.

Les dunes précitées du „Noordwijkerhoutsche-Geest,” sont plus basses que les dunes maritimes et que celles de Hillegom; elles disparaissent un peu avant Noordwijk. Le terrain élevé pourtant se continue encore dans la même direction au-delà de ce village. D'abord la limite entre le terrain sableux élevé, servant à la culture des pommes de terre ou des oignons à fleurs, et les prairies dans les vallées est encore facile à suivre; mais elle devient de plus en plus indistincte et par conséquent plus ou moins arbitraire. A l'est nous avons pris pour limite la „Maandagsche-Wetering,” puisqu'une rive est distinctement un peu plus haute que l'autre; à l'ouest, c'est le prolongement de la „Woensdagsche-Wetering” qui actuellement ne sert plus au drainage du „Noordwijker-

Polder." Nous avons aussi pris la ferme de „Bouwlust" au sud de Noordwijk comme élément de la limite, puisque le terrain descend de nouveau vers les dunes externes. Les fermes de „Westerwijk" et „De Krom" sont de nouveau plus élevées et entourées de champs labourés; elles forment une colline basse et isolée. Une autre colline, plus petite encore, se trouve entre „de Krom" et le canal de Katwijk, où se termine le prolongement démembré du „Noordwijkerhoutsche-Geest."

La vallée de Noordwijk se rétrécit considérablement près du village, le pied des dunes l'ayant fermée presque complètement, probablement par suite de la dispersion du sable. La „Woensdagsche-Wetering" n'y a conservé qu'un passage très étroit, et la plus grande quantité de l'eau s'écoule maintenant dans un nouveau canal à travers le village de Noordwijk vers le S.E.

Collines de Rijnsburg, Poelgeest et Leide.

Les deux petites collines sus-mentionnées sont séparées par le canal de Noordwijk de la „Colline de Rijnsburg." Le sol de celle-ci descend presque imperceptiblement de différents côtés, et on pourrait en tirer la limite aussi bien à une centaine de mètres en-deçà qu'au-delà. Pourtant il y a encore ici une différence d'aspect entre les champs labourés dépourvus généralement de fossés et les pâturages qui en possèdent toujours. Cette hauteur est coupée par le „Nouveau-Canal" et en partie par le Vieux-Rhin, et porte les villages de Katwijk, Rijnsburg et Valkenburg. Les terres de la rive gauche de cette rivière oblitérée sont en partie beaucoup plus basses. On y remarque aussi les maisons de campagne d'Endegeest et de Rijngeest sur la chaussée d'Oegstgeest. Celle-ci passe de l'autre côté du Nouveau-Canal par une petite hauteur très prononcée, naturelle du moins en partie et couronnée par une petite église.

A une distance de 1,5 K.M. à l'est de cette chaussée se trouve un petit terrain peu élevé portant le beau château de Poelgeest.

Ensuite il y a dans le voisinage immédiat une troisième éminence bien marquée, qui est occupée pour la majeure partie par la ville de Leide elle-même. C'est ce qui explique pourquoi, en 1574, lors de la délivrance du siège espagnol, les vaisseaux des gueux de mer purent arriver à travers les prairies inondées jusqu'à la ville et dans ses canaux, tandis que la ville elle-même ne fut pas inondée.

Warmond—Sassenheim.

Le beau village de Warmond est le centre d'une nouvelle éminence assez indistincte; on peut cependant avec quelque peine en tracer les limites par les moyens précités, les fossés y sont rares et profonds. Cette hauteur a une direction du N.E. au S.O.; dans sa prolongation on voit celle de Poelgeest.

La chaussée de Sassenheim suit la hauteur de ce village, qui commence au pont de la „Dinsdagsche-Wetering” et se termine environ à l'„Akkervoordsche-Laan.” Elle a une forme beaucoup plus allongée que la hauteur de Warmond et est un peu plus apparente; pourtant il est parfois assez difficile d'en tracer la limite, qui reste par conséquent un peu arbitraire en quelques points. On peut la suivre à l'aide de la carte topographique, de fossés et de très petites digues parallèles à la chaussée, etc.

La hauteur de Sassenheim n'est séparée que par une bande étroite de terre plus basse de cette partie de la Hollande Méridionale qui appartient au „Polderland” (pays des polders). Il faut nettement distinguer, avec M. Beekman, auteur de „La Lutte pour l'Existence” et „La Néerlande comme Pays des Polders,” entre polders et dessèchements. Dans la contrée qui nous occupe, les premiers sont tourbeux ou sableux et leur niveau n'est pas très bas; les derniers sont argileux et situés bien plus au-dessous du niveau de la mer. Tout près de Sassenheim est un petit dessèchement appelé à tort „Lisser-Poel-Polder.” Le niveau du sol y est de 4 M. — A. P. et composé d'argile marine; nous y avons trouvé en abondance la coquille marine: *Scrobicularia piperita*, à laquelle se joignent le *Cardium edule* et le *Mytilus edulis* et quelques individus de la *Macra solida* et de la *Tellina Balthica*. C'est donc une faune semblable à celle des eaux de la Zélande à fond argileux. Çà et là, le sol portait encore des restes de la couche de tourbe qui l'avait recouvert autrefois et qui a été enlevée par l'homme et par les vagues. La conséquence en a été que les polders se sont convertis en lacs ou en étangs, et ceux-ci à leur tour à l'aide de fortes pompes d'épuisement en dessèchements.

Passons maintenant au côté occidental de Sassenheim par l'„Allée de Teylingen.” On voit la route descendre pour se relever presque aussitôt après qu'on a passé par un petit pont sur le „Molensloot.” Il traverse le „Beekpolder” qui est bordé en partie par une hauteur peu étendue, mais très prononcée, portant la ruine du château de Teylingen, ainsi que de véritables dunes. Vers le sud-ouest, on voit la hauteur se perdre dans les prairies environnantes avant le „Zandsloot” et derrière celui-ci apparaît une autre élévation plus petite encore

et dépourvue de dunes, mais située dans le prolongement de celle de Teylingen. L'îlot de terre labourée dans *la mer des prairies* est facile à distinguer, quoique les limites indiquées sur notre carte soient nécessairement un peu arbitraires. De l'autre côté de l'îlot de Teylingen, mais à une plus grande distance vers le N.E., on en découvre un semblable, plus petit encore, mais portant de petites dunes. Il se trouve au S.O. du village de Lisse et à l'O. de la ruine du château de Deveren. Ces trois îlots vont donc ensemble, et on peut les comparer à l'îlot allongé de Sassenheim, qui n'a pas été démembré.

Voorhout — Drechsberg — Kronestein.

Le chemin de fer hollandais et le canal de Harlem—Leide sont parallèles sur une certaine étendue et sont situés dans une prairie basse dont le sol est sableux ou tourbeux. Cette prairie communique près du séminaire de Voorhout avec celle de Leide et est bordée par la hauteur et les dunes du „Noordwijkerhoutsche-Geest” et de l'autre côté (S.E.) par celle que nous venons de nommer. La dernière est séparée à son tour par le „Mattiger-Polder” de l'îlot de Teylingen et des deux autres, qui appartiennent à la même rangée. Il nous a paru que le séminaire de Voorhout est bâti à peu près sur l'extrémité occidentale de cette hauteur; la limite est encore ici arbitraire pour les raisons connues. Le village de Voorhout pourtant y appartient sans contredit, ce qu'on voit aussitôt à l'aspect du sol. Les dunes n'y apparaissent que tout près de l'auberge de „Drechsberg” sur la route de Sassenheim à la station de Pietgijzenbrug. Il paraît pourtant qu'il y en a eu autrefois plus près de Voorhout, car Le Francq van Berkhey (l. c. I, pag. 38 et 41) parle des dunes et des sablières de Voorhout et donne même une coupe du terrain. On voit aussi la route sus-nommée se baisser assez notablement des deux côtés de Drechsberg pour entrer dans une des zones de prairies. Les dunes manquent parfois dans cette rangée; mais quand on a acquis un peu d'expérience de cette contrée, on peut très facilement distinguer le sol qui en a porté autrefois de celui qui ne l'a jamais fait. Le premier est presque toujours terre labourée, le second, prairie. Staring a donc parfaitement raison en s'opposant à cette hypothèse, que les longues vallées entre les dunes ne sont que des désablements grandioses.

Près de la ferme de „Coehoorn,” le sable qui fut tiré d'un fossé était riche en coquilles marines, absolument les mêmes que celles du sable provenant du canal de H.—L. C'étaient *Cardium edule*, *Macra sub-*

truncata et *-solida* et *Tellina Balthica* en profusion avec quelques *Maetra stultorum*, *Tellina tenuis* et *-fabula*. C'est donc la même faune qui vit encore de nos jours sur la plage voisine et qui est bien plus riche que celle de l'argile du „Lisser-Polder.” Les *Scrobicularia piperita* et les *Mytilus edulis* y font complètement défaut, *Cardium edule*, le plébien de nos mollusques, est la seule coquille commune aux deux endroits. D'ailleurs, on pouvait s'attendre à cette différence, les eaux à fond vaseux ou argileux ayant toujours une faune différente de celles à fond sableux. Il nous paraît par conséquent peu probable que les *Maetra solida* et les *Littorina littorea* qu'on a rencontrées dans le sable marin sous l'argile du „Haarlemmermeerpolder” y soient tombées de vaisseaux chargés de coquilles, comme le veut Staring (B. v. N. I, Pag. 299). Ces coquilles y sont probablement „in situ” et non accidentelles. D'ailleurs, au commencement de 1887 on a trouvé dans le sable sous les dunes de Wersteyn, tout près de Hillegom, plusieurs vertèbres de baleine intactes et accompagnés des coquilles marines ordinaires. L'explication donnée par Staring serait une absurdité pour elles.

Les dunes sont très apparentes près de la ferme sus-nommée (Coehoorn), ainsi que près du château de „Keukenhof.” C'est ici que la zone s'élargit considérablement; les dunes deviennent plus nombreuses et plus hautes, surtout autour du village de Hillegom. Environ à mi-chemin entre ce village et Sassenheim, on observe une élévation peu étendue, mais assez prononcée; c'est celle du village de Lisse.

Pour nous résumer, nous pouvons distinguer dans cette contrée cinq zones parallèles, toutes dirigées du N.E. au S.O. et d'autant plus prononcées et plus élevées (en partie à cause des dunes) qu'on s'approche de la mer. Ce sont: 1°. Warmond—Poelgeest; 2°. Lisse—Sassenheim; 3°. Huis-Spekken—Teylingen; 4°. Keukenhof—Voorhout; 5°. Noordwijkerhout—Noordwijk. Les bandes 2, 3 et 4 se réunissent vers le N.E. et constituent ensemble celle de Hillegom—Bennebroek. La limite occidentale de celle-ci avec la vallée du canal est facile à suivre; elle est coupée par le chemin de fer tout près de la halte de Hillegommerbeek, suit une direction vers le N.E., passe tout près de l'église catholique de Vogelenzang et de la maison de campagne de „Kuilenburg” et finit un peu au-delà du bassin de la conduite d'eau d'Amsterdam, en même temps que la vallée de Vogelenzang. La chaussée de ce village à Zandvoort est en grande partie identique à cette limite, comme c'est le cas de tant de routes ailleurs.

Le bassin sus-nommé (*De Kom*) se trouve dans les dunes maritimes qui bordent la vallée de l'autre côté jusqu'à „Het Huis Vogelenzang,”

où elles sont pourtant peu apparentes. Il nous a paru que cette limite était interrompue près du „Schulpweg” ou „Margrietlaan,” de sorte qu’il y aurait là un passage transversal de la vallée de Vogelenzang dans celle du „Zilk.” Ce passage pourrait cependant être artificiel et la conséquence d’un désablement de dunes très basses.

En continuant la promenade vers le sud, on passe par une zone de dunes assez étroite, qui porte une série de grandes fermes, dont le bétail trouve son pâturage dans les deux vallées qui la bordent. Ce sont „Vaartwel,” „Druivestein,” „Kronestein,” etc. Le bord occidental de la vallée de „Zilk” est très prononcé, ainsi que les deux rives de notre îlot de Kronestein. Celui-ci se perd entre la halte de Hillegommerbeek et Halfweg, mais réapparaît près du „Huis-ter-Lugt,” bâti sur la pointe d’un petit îlot qui porte de petites dunes. Cet îlot n’a qu’une longueur de 1,5 à 2 K.M. et à son extrémité méridionale les deux vallées se confondent définitivement en une seule, après avoir communiqué une ou deux fois. La rive occidentale de cette large vallée est formée par les dunes internes de Noordwijkerhout, que nous avons décrites ci-dessus.

Hillegom — Heemstede — Harlem.

Nous avons vu que le village de Lisse est bâti sur une hauteur, semblable à celle de Sassenheim et dépourvue également de dunes, et que c’est tout près de cette hauteur que la zone des dunes internes de Keukenhof s’élargit considérablement. Son bord oriental est dans le prolongement de la hauteur de Lisse et coïncide à peu près avec la chaussée, en passant par Hillegom, Werestein et Bennebroek. La rive est très prononcée surtout près de la colonne miliaire 30,5 entre Lisse et Hillegom; d’un côté de la chaussée s’élèvent des dunes assez considérables, de l’autre côté on voit les prairies se baisser rapidement vers l’ancien Lac de Harlem, ce qu’on observe encore plusieurs fois avant d’arriver à Hillegom. Ce village est bâti *dans* les dunes et par conséquent sur un terrain très accidenté. Au delà de Werestein, les dunes apparaissent pour la première fois du côté oriental de la chaussée et atteignent une hauteur de plusieurs mètres; plus loin on coupe transversalement la chaîne près de l’auberge de „Oud Berg-en-Dal” et on se trouve bientôt sur la rive orientale d’une nouvelle grande vallée, qui commence dans le voisinage immédiat de cette auberge. Cette rive n’est pas identique au pied des dunes internes, mais en est séparée par une zone intermédiaire de terres élevées plates, comme l’indique notre carte. Cette vallée est traversée dans sa longueur par le canal de Harlem à Leide

qui fait ici un détour sensible, traverse les dunes de Vogelenzang et arrive ainsi dans la grande vallée de ce village à Noordwijk. Le chemin de fer fait de même et passe de l'autre côté du canal, mais conserve naturellement une direction plus droite.

En suivant cette „Vallée de Harlem” ou la chaussée occidentale de Hillegom, on a des dunes élevées et de nombreuses maisons de campagne à sa droite, une zone intermédiaire de terres élevées ou bien la vallée elle-même à sa gauche. Les dunes se terminent à „Oud-Berkenrode,” pour réapparaître dans le célèbre „Bois de Harlem”; elles s'étendent par conséquent jusque dans le voisinage immédiat de cette ville. La chaussée de Bennebroek suit d'abord le pied oriental des dunes internes à peu près jusqu'à Heemstede, où la chaîne se rétrécit graduellement pour se terminer au point sus-nommé et pour être remplacée par une bande de terrain élevé horizontal. La ville elle-même est bâtie en partie sur cette zone élevée qu'on peut suivre sans trop de difficulté jusqu'au-delà du village de Schooten, situé au nord de la ville. Nous voyons encore ici des champs labourés à côté de la chaussée, auxquels se joignent à quelque distance des prairies; mais l'inclinaison y est si faible, que les terrains passent imperceptiblement l'un dans l'autre; la limite y est par conséquent de nouveau un peu arbitraire. Nous avons admis que l'extrémité septentrionale de la langue de terre de Harlem se trouve à mi-chemin entre Schooten et Zandpoort; des nivellements précis la déplaceront vraisemblablement dans l'une ou l'autre direction, ce qui ne modifie pas essentiellement notre raisonnement. Entre Schooten et Harlem nous avons observé des dunes rudimentaires dans le „Bois de Schooten.” Revenons une dernière fois à Vogelenzang pour tracer la rive occidentale de la Vallée de Harlem. Elle est extrêmement nette aux maisons de campagne de „Woestduin,” de „Boekenrode” et d'„Oosterduin,” le pied des dunes s'avancant jusqu'à la vallée elle-même. Cette limite n'est pourtant pas la rive originale de la vallée, puisque tout près de la station de Vogelenzang, les dunes reposent sur de la tourbe et non sur du sable marin, preuve que la vallée y a été autrefois plus large et remplie de tourbe qui a été recouverte en partie par les dunes déplacées vers l'est. A „Oosterduin” donc, au sud du village d'Overveen, on voit de nouveau apparaître une zone intermédiaire de terrain élevé que nous avons suivie jusqu'au canal maritime d'IJmuiden. Elle conserve à peu près la même largeur jusqu'à Zandpoort, où elle devient très prononcée; le sol des prairies descend rapidement vers les terres d'intérieur, les polders. On y voit dans les prairies des barrières auxquelles succèdent bientôt des fossés, le moyen ordinaire dans nos terres basses de séparer

les parcelles. Nous nous sommes servi de ce changement pour tirer la limite des deux terrains, comme nous l'avons aussi fait entre Warmond et Rijnsburg (fossés secs et humides). Le sous-sol de cette partie de la Hollande est encore du sable marin; on en voit la preuve dans les monceaux de sable retirés du canal d'Amsterdam à IJmuiden et qui sont pleins de coquilles de *Maetra*.

Bloemendaal — Zandpoort — Velzen.

La chaussée de Zandpoort à Bloemendaal est en général élevée et suit la pente des dunes, qui sont boisées en cette contrée et ornées de très belles maisons de campagne. C'est pour cette raison qu'elles portent le nom de „Heerenduinen” (dunes des seigneurs). Elles ne sont que des dunes intérieures très hautes, séparées des vraies dunes maritimes par une vallée étroite, mais extrêmement pittoresque, qui commence à „Duin-en-Daal” et dans laquelle on trouve en outre l'hôtel de „Zomerzorg,” la maison des aliénés de „Meerenberg” et la ruine du château de Brederoode. Ici cette vallée se courbe vers l'orient et s'ouvre dans la zone des terres sableuses élevées au nord de Zandpoort. C'est pour cette raison que nous lui avons donné, ainsi qu'aux deux suivantes, sur notre carte une couleur différente de celle des autres vallées qui aboutissent directement dans les terres basses. La rive gauche de la vallée de Brederoode est donc formée par les dunes maritimes et par un petit rejeton, près de „Duin-en-Kruidberg” qui suit une direction orientale.

Ce rejeton est séparé par une vallée étroite et peu profonde d'une petite chaîne pareille portant la ferme de „Auspiciis-et-Telis” et les maisons de campagne de „Rozenbeek” et „Rozenstein,” qui bordent la chaussée de Zandpoort—Velzen. Les petites dunes qu'on y voit constituent un petit groupe séparé des dunes maritimes par la terre élevée du „Huis-te-Velzen.” Une troisième vallée, plus courte encore, mais un peu plus large et également peu profonde, sépare à son tour ce groupe de petites dunes internes des dunes de Velzen, qui appartiennent aux dunes maritimes, mais ressemblent davantage aux dunes intérieures par leur hauteur moins considérable et leur situation orientale avancée. L'état des choses est un peu autre dans cette région de dunes que vers le sud et ce sont des nivellements précis qui devront l'éclaircir davantage. Le mieux sera probablement de comparer ces trois vallées aux parties supérieures des autres, où la différence entre le sol de la vallée et la zone intermédiaire élevée, mais sans dunes, tend à s'effacer.

A l'ouest de la station de Velzen, les dunes ont un aspect assez

différent. Au lieu de collines irrégulières plus ou moins élevées, on n'en voit que de très petites, ou bien le terrain est seulement ondulé ou même à peu près horizontal et employé comme prairie. Cette prairie, appelée: „De Heide” (la bruyère) est élevée, sèche et aride; elle est séparée par des dunes assez élevées d'un terrain semblable, appartenant à la plaine „Breesaap,” qui est maintenant coupée en deux par le canal d'IJmuiden. En étudiant la carte topographique, nous avons cru d'abord avoir devant nous un bout de vallée semblable aux autres, mais en parcourant la vallée, nous avons obtenu la conviction que c'était tout autre chose. En allant des écluses d'IJmuiden à Breesaperhof et de là au pont de Velsen, nous avons vu un sol élevé sec, entièrement dépourvu d'eau et dont les prairies étaient assez mauvaises. Le niveau du sol y était de 2 M. au moins au-dessus de celui du canal; le „Breesaap” en son entier a fait sur nous l'impression d'être une panne très étendue, mais non une partie de vallée dunaire. Nous verrons plus tard pourquoi nous sommes revenu à la première opinion.

Castricum — Heemskerk.

On observe encore des phénomènes semblables au nord du canal maritime d'Amsterdam. Nous avons vu dans l'introduction que quelques anciens auteurs ont remarqué une chaîne de dunes intérieures près du village de Castricum. Elle s'étend entre les villages d'Egmond-Binnen et de Heemskerk, où elle est reliée aux dunes maritimes. Il nous a paru cependant que la réunion méridionale n'est que la suite du déplacement secondaire des dunes maritimes vers l'intérieur, et que la longue vallée dunaire a eu son embouchure dans la plaine à l'ouest du village de Heemskerk. Elle aurait par conséquent son commencement au sud-ouest d'Egmond-Binnen près de la métairie de „Vogelwater.” Le terrain y est élevé et sec, se compose de prés et de champs labourés, dans lesquels on voit plusieurs petites dunes. Son caractère de vallée devient plus clair près de la métairie suivante, la „Schaapherderswoning.” Les deux rangées de dunes sont ici réunies par une petite chaîne transversale, qui isole la partie supérieure de la vallée. La ferme suivante porte le nom de „Commissarishuis” et est bâtie à l'extrémité méridionale d'une plaine très étendue, cultivée en partie de pommes de terre et de seigle et limitée également par une petite chaîne de dunes transversales. La partie septentrionale de la vallée entière est drainée par un ruisseau qu'on a conduit dans un canal à travers des dunes internes jusqu'à Bakkum, où il se déverse dans les canaux de la plaine par un

syphon, avec une différence de niveau que nous avons évaluée à deux mètres. Ce canal transversal draine en même temps la partie méridionale de la vallée; pourtant le premier ruisseau nous paraît être le plus naturel, puisqu'il contient beaucoup plus d'eau que le second. Celui-ci nous paraît être forcé de couler dans une direction opposée à la pente naturelle du sol, pente très faible du reste, de sorte qu'une partie de l'eau s'infiltré. Cette partie de la vallée est plus aride, couverte en partie de petites dunes et ne constitue que des pâturages arides pour les brebis et les lapins qui y pullulent. La plaine suivante, le „Watervlak" est marécageuse, moins à cause de sa situation basse que du drainage imparfait; la dernière partie de la vallée près de la ferme de „Kruisberg" est la plus fertile et la mieux cultivée; elle est séparée par des dunes peu élevées de la plaine de Heemskerk. On peut pourtant suivre les traces de la vallée encore au-delà de ces dunes. La zone de terrain sableux horizontal, qui touche aux dunes maritimes, s'incline un peu vers l'est (comme on peut le voir aux fossés transversaux), pour se relever ensuite jusqu'à la chaussée de Beverwijk à Noorddorp et Castricum et celle-ci se trouve sur le prolongement peu élevé des dunes intérieures de Castricum. Cette observation est pour nous une preuve suffisante que la vallée entière a eu à l'origine son ouverture vers le sud et une inclinaison opposée à celles de Harlem et de Bloemendaal. Ce dos sableux de la chaussée s'incline aussi vers l'est et porte les châteaux d'Assumburg et de Marquette, derrière lesquels la pente est très marquée, comme nous l'avons vu ailleurs à plusieurs reprises. Cette même pente plus forte s'observe aussi à 600 mètres de Castricum sur la chaussée de Limmen et d'Alkmaar; nous ne l'avons pas poursuivie plus loin vers le nord. En un point la lande (geestgrond) de Heemskerk offre une différence avec les terrains semblables, situés plus vers le sud. Tout près de ce village se trouve de la tourbe, épaisse de 3 mètres et couverte de 1,5 M., de sable. D'après les informations obtenues, cette tourbe n'est pourtant que locale et indépendante des grandes tourbières; nous la reverrons encore à deux autres endroits. Avant de partir de cette vallée, nous voulons encore faire remarquer qu'elle n'est pas droite comme les autres, mais distinctement serpente. La vallée de Brederode forme plus ou moins un passage aux vallées droites, puisqu'elle change une fois de direction.

Limmen — Alkmaar — St. Pancras.

En allant de Castricum à Alkmaar par Limmen, nous voyons le terrain descendre d'abord — comme nous venons de le dire — puis se

relever. La chaussée entière de Limmen à Heilo et Alkmaar suit de nouveau un de ces dos sableux, que nous avons remarqués tant de fois et dont le paysage diffère ostensiblement de celui de la plaine plus basse, qui les environne. La chaussée toutefois n'en constitue pas la partie la plus élevée: c'est une route sableuse à un demi-kilomètre à l'ouest, appelée „*Hooge-Weg*” (haute route). La limite occidentale du dos s'observe e. a. fort bien près de la borne kilométrique 49 du chemin de fer, ainsi que près de l'église catholique de Heilo. La limite orientale est plus facile à constater: on n'a qu'à tirer une ligne par les différentes fermes à côté de la chaussée, qui sont toutes bâties à l'endroit où la pente commence. Un peu au sud de Heilo, à côté de la „*Bullaan*”, nous avons vu une petite tourbière; la tourbe y était couverte de 1 M. de sable et un peu au nord de ce village, dans le Bois de Heilo, nous avons remarqué des dunes, petites en effet, mais reconnaissables. Le Bois d'Alkmaar, au contraire n'en possède pas; le sol y est parfaitement égal. La partie occidentale de la ville elle-même, comprenant la grande église, est bâtie à l'extrémité septentrionale du dos, tandis que le reste est tout à fait à côté.

Tout près et à l'est de la ville se trouve le petit village d'Oudorp, bâti à l'extrémité méridionale, étroite et basse d'un nouveau dos sableux, qui s'étend jusqu'au village de St. Pancras à l'autre extrémité. Ce dos est coupé par le chemin de fer du Helder et est en général très facile à distinguer du pays environnant. Il augmente en largeur et en hauteur à mesure qu'on s'avance vers le nord; les fossés manquent sur toute son étendue et les prés y sont une grande exception. Près du chemin de fer, la partie centrale est plus élevée que le reste; le sol y est ondulé, et dans une petite sablière on aperçoit même des couches inclinées de 15° à 25° vers le N.N.O., preuve qu'il y a réellement de petites dunes. Encore ici, nous avons trouvé un petit gisement de tourbe, à côté de l'„*Achterweg*” et du chemin de fer. La tourbe était couverte d'environ 1 M. de sable et avait une épaisseur d'un mètre et demi.

La présence de la tourbe à une faible profondeur sous le sable dans ces trois localités, Heemskerk, Heilo et St. Pancras, quoique très locale, nous fait hésiter à considérer cette lande, du moins en son entier, comme identique aux terrains semblables que nous avons décrits. Toutefois ces gisements se trouvent tout près de la limite de ces terrains et il pourrait très bien que ce ne soient que des tourbières formées dans des vallées, qui ont été recouvertes ensuite de sable, déplacé soit par le vent comme nous l'avons remarqué près de La Haye et de Vogelenzang (pag. 22 et 15), soit par l'eau des hautes marées. Or, il est connu qu'il y a 2 ou 3

siècles (Staring) les environs d'Alkmaar et de Harlem étaient inondés par la mer à chaque haute marée. L'eau de la mer venait de l'est et devait par conséquent laver les dos sableux de ce côté et en étendre le sable sur le terrain adjacent plus bas. La présence de la tourbe sous le même sable que celui des landes, n'est donc pas encore une preuve absolue de son âge plus reculé. Le sable qui la recouvre peut être du sable remanié. Ce n'est que par la comparaison d'observations continuées, et surtout d'un grand nombre de forages peu profonds et de nivellements, que cette question pourra être tranchée.

B. LES DUNES AU SUD DU VIEUX-RHIN.

Wassenaar — La Haye.

Comme nous l'avons vu, la hauteur de Katwijk — Rijnsburg — En-degeest constitue en partie la rive droite du Vieux-Rhin. Le pays de l'autre côté de cette rivière oblitérée, au sud du village de Valkenburg, est très bas et se relève vers les dunes maritimes au sud de Katwijk. On peut facilement suivre cette limite jusqu'à Waalsdorp près de La Haye; mais près du village de Wassenaar, on voit un changement dans le paysage. La plaine étendue s'y rétrécit considérablement et fait place à une vallée étroite, drainée par la „Kas-Watering.” La maison de campagne de „Duinrel”, près de Wassenaar, se trouve à son embouchure; le champ de courses de „Clingendaal” a son origine près des dunes de Waalsdorp. Sa rive droite ou du S.E. est formée par la chaîne de dunes de Wassenaar, portant e. a. le beau château de Oud-Wassenaar et appelées „Binnen-Klingen.” Les dunes elles-mêmes cessent à 1—2 K.M. de distance du village de Wassenaar et se continuent dans une zone de terrain élevé.

A l'est des dunes précitées on découvre une seconde vallée également étroite et longue, drainée par la „Zijl-Watering.” On peut la suivre jusqu'à peu de distance de La Haye, à „Weltevreden” et à „Clingendaal”, où la configuration du terrain devient indistincte. Sa rive droite est constituée par une seconde chaîne de dunes intérieures, que suit la grande chaussée de Leide à La Haye et qui porte une série de célèbres maisons de campagne. La première est „Huis ten Deyl”, tout près et au S.E. de Wassenaar, qui est entourée de véritables dunes très apparentes; d'autres sont Backershagen, Raaphorst, Groot-Hoefijzer et Beukenhorst. On y voit les dunes à chaque moment près de la chaussée, la zone n'ayant qu'une largeur de 1—1½ K.M. au plus. Elle touche à son tour aux prairies basses, sableuses et tourbeuses, que traverse le chemin de

fer hollandais, et se termine à „Ammonshoogte”, pour réapparaître dans la zone étroite de terrain élevé de la chaussée de Wassenaar, tout près de La Haye. Cette élévation est séparée par une étroite vallée tourbeuse du „Bois de La Haye”, qui constitue un îlot avec des dunes bien apparentes. Il se trouve également dans la prolongation des dunes de Raaphorst — Huis ten Deyl, mais en est séparé par une vallée transversale ou plutôt oblique.

La Haye — Loosduinen.

Au sud-ouest de La Haye, un peu au-delà du village de Loosduinen, les dunes se voient tout près de la chaussée; mais elles s'en éloignent graduellement dans la direction de la ville. Ces dunes ne sont encore que des dunes internes, peu élevées à Loosduinen, davantage près de la ville, derrière lesquelles on découvre une vallée et des prairies, constituant le „Segbroek.” Cette vallée est drainée par le ruisseau „De Beek” qui coule vers la ville. La rive droite est en général très prononcée, parfois presque verticale, haute d'un mètre, et porte des fermes et quelques maisons de campagne, comme „Meerenbosch, Groenendaal, Wildehoef, Dalenberg.” „Ockenburg” est situé dans les mêmes dunes internes plus près de la chaussée. La rive gauche est encore très visible, mais elle n'est plus originale par suite du déplacement des dunes maritimes vers l'intérieur. Près de „Hanenburg” on voit la véritable vallée se rétrécir et se terminer près de l'ancienne pompe à épuisement; on peut en suivre pourtant les traces jusqu'à Zorgvliet, mais sa surface a été haussée considérablement par le déplacement des dunes maritimes. Il paraît aussi que les dunes internes s'y sont étendues en sens inverse, protégées contre les vents de l'ouest par les dunes maritimes, ce qui est un phénomène aussi curieux qu'inattendu. Tout près de „Hanenburg,” qui est encore situé dans la véritable vallée, on en voit apparaître de très petites. Leur zone s'élargit, elles deviennent plus hautes à mesure qu'on s'avance vers le nord-est et finalement elles se confondent avec les dunes maritimes déplacées.

Au sud-est de ces dunes internes, on observe de nouveau une zone de terrain égal, qui porte la chaussée de Loosduinen à La Haye et descend au S.E. Ainsi que de l'autre côté de la ville, les inégalités du sol redeviennent indistinctes dans son voisinage immédiat. Le terrain de „Zorgvliet” est composé en son entier de dunes maritimes qui ont ainsi en cet endroit une largeur exceptionnelle. Il est donc clair qu'elles ont comblé la vallée de „Segbroek”, dont le niveau descend au N.E. De

même que plusieurs autres, elle s'est remplie de tourbe dans sa partie la plus basse, et cette tourbe a été recouverte ensuite de dunes. C'est ce qui explique la présence de cette roche sous les dunes dans les déterrements du nouveau parc de Scheveningue et à Vogelenzang et de celle qu'on voit sur la plage près des jetées de Loosduinen. Elle peut s'être formée dans une autre vallée semblable, qui se serait trouvée encore plus à l'ouest et qui aurait été enterrée en son entier.

Elle pourrait aussi avoir une autre origine plus locale encore. Tout près du village de Loosduinen, il y a une sablière dans les dunes, où l'on trouve de la tourbe comprimée, qui contient une quantité notable de fragments de bouleaux, etc. La couche n'a que 2 d.M. d'épaisseur et se trouve en moyenne à 1,5 M. + A.P. ¹⁾. Elle est sensiblement ondulée et repose sur du sable de dunes, qui contient quelques petites lentilles de tourbe qui renferme à son tour des lentilles de sable. Son origine est claire: ce n'est qu'une petite tourbière formée dans une panne. De pareilles tourbières sont probablement assez nombreuses; et quand la mer entame ces dunes, des morceaux de tourbe tombent sur la plage, sont roulés, entraînés par le reflux et jetés de nouveau sur la côte. La simple mention de morceaux roulés de tourbe sur la plage n'est donc nullement une preuve de la présence d'une couche continue servant de base aux dunes.

La vallée de Loosduinen est probablement la continuation directe de celle de Clingendaal—Duinrel; elle n'a été divisée en deux que par l'extension anormale des dunes maritimes vers l'intérieur entre Zorgvliet et Waalsdorp, qui portent une partie de la ville de La Haye. Ce n'est pourtant pas la partie la plus ancienne de la ville, comme l'on s'y attendrait; mais au contraire la plus récente, la partie nommée „quartier indien”, formée par les rues de Banka, de Célèbes, de Sumatra, de Sunda, de Malakka. La zone suivante, portant la Place 1813 et la Place Prince-Henri, est encore assez élevée; la troisième zone portant le Jardin Zoologique, la Caserne-Orange et les écuries royales, est plus basse. Vient ensuite une quatrième zone qui est de nouveau plus élevée et qui porte la partie la plus ancienne de La Haye, le „Plein,” „Binnenhof,”

¹⁾ Le signe de A.P., dont nous nous servons encore souvent, signifie: „*Amsterdamsch Peil*” ou „*Niveau d'Amsterdam*,” c'est la hauteur de la haute marée moyenne à Amsterdam, avant la fermeture de l'Y. Or, la différence entre la haute et la basse marée n'y était que de 22 c.M.; elle n'est actuellement que de 24 c.M. à Muiden et de 45 c.M. à Durgerdam, situés des deux côtés de la ville, de sorte qu'on peut accepter sans trop d'inexactitude, le niveau d'Amsterdam comme le niveau moyen de la mer.

„Buitenhof,” la Maison de Ville, le „Vijverberg” et la Grande Eglise. Cette partie ne se prolonge pas bien loin au-delà de la Maison de Ville; on peut en observer encore très distinctement les limites dans quelques vieilles rues, qui descendent assez rapidement: „Gedempte Spui, Spuistraat, Veenestraat, Jan Hendrikstraat, Assendelftstraat, Lage Westeinde, Slijkeinde, Breedstraat, Prinsenstraat, Molenstraat, Noordeinde et Willemstraat.” Elle est située dans le prolongement du Bois de La Haye; une cinquième zone lui succède vers la gare du chemin de fer hollandais; elle est la plus basse de toutes et repose sur un sol tourbeux. C’est dans cette partie aussi que les maisons sont bâties sur pilotis.

Voorschoten. — Rijswijk. — Monster.

Au-delà de cette partie basse, traversée longitudinalement par le chemin de fer de La Haye à Leide, et transversalement par ceux de Delft (hollandais) et de Voorburg (rhénan), se trouve de nouveau une zone élevée qui constitue la rive droite de la vallée de La Haye. Elle est parallèle aux autres, mais ne possède pas de dunes et est ainsi un pendant de celle de Sassenheim. Elle porte également une chaussée et les villages de Rijswijk, Voorburg, Veur et de Voorschoten, qui est situé près de son extrémité. Ses rives sont tantôt assez bien prononcées, tantôt presque effacées, comme nous l’avons vu à plusieurs reprises dans les zones semblables.

En suivant la chaussée de Leide à Voorburg, on voit le terrain s’élever à environ 2 K.M. au sud de l’auberge „De Vink” et un peu avant la fabrique d’argenterie de M. Van Kempen. D’abord, les limites de la zone élevée sont distinctes des deux côtés; le village de Voorschoten est bâti sur une éminence prononcée. Au-delà du village la limite orientale n’est pas très visible; nous l’avons tirée sur les points où se trouvent des barrages dans les fossés; la différence de l’eau y est de 2—3, même 5 d.M. Il en est de même de la limite occidentale, où la pente est très faible et se continue encore au-delà du chemin de fer. Nous l’avons pourtant tirée non loin de la chaussée et avons laissé les campagnes de „Rozenburg, Duivenvoorde et Noorthey” dans la vallée, dont la partie la plus profonde, au-delà du chemin de fer, est remplie de tourbe. Un peu avant Veur, le canal de Leide forme la limite naturelle; les prairies du côté oriental sont notablement plus basses que celles du côté occidental, et il en est de même jusque tout près de Rijswijk. Du côté occidental de la zone, c’est le „Broeksloot” qui nous rend le même service; tout près de la gare de Voorburg, la différence de niveau entre les deux

terrains est très visible. On l'observe facilement en suivant la chaussée dite „Laan van Nieuwe-Oosteinde” qui conduit de Voorburg au Bois de La Haye. Les fossés y ont une différence d'un mètre tout près du village, et on voit le terrain descendre, devenir tourbeux et se relever de nouveau tout près du bois. Entre Voorburg et Rijswijk, la zone est très prononcée aussi; la surface y est parfois ondulée, peut-être par la présence de dunes rudimentaires.

En suivant la limite occidentale, on la voit distinctement, grâce à l'eau des fossés, près de l'église catholique de Rijswijk, ainsi que près du chemin de fer de La Haye à Delft. Elle coupe le „Leiweg” (qui conduit à Eikenduinen) tout près de la chaussée de Monster, passe par la barrière à l'est de Poeldijk, un peu au nord de ce village, tourne au nord, puis à l'ouest et ensuite au nord-est, pour rejoindre la limite occidentale de la vallée à 2,5 K.M. au nord-est du village de Monster. Cette limite est à peu près parallèle à la chaussée de La Haye et en est éloignée d'un demi kilomètre; elle passe derrière les maisons de campagne de „Madestein et Krayestein,” est très apparente au sud de Loosduinen et d'Eikenduinen où elle touche aux métairies de „Hoogwerf, Vredenburg et Haagwoning,” traverse La Haye dans la direction de la gare du chemin de fer rhénan et se continue, comme limite des dunes, du Bois au „Huis-ten-Deyl.”

C. ENVIRONS DE DELFT.

Nous avons d'abord essayé de tracer la limite orientale de la zone élevée Monster — Rijswijk de la manière ordinaire, en faisant le long des routes des courses, interrompues par de nombreuses petites excursions latérales, mais sans résultat appréciable. Elle était imperceptible à l'exception d'un petit trajet entre le village de Wateringen et le hameau de Kwintsheul, où elle était très nette. Nous ne savions à quoi attribuer cette exception, jusqu'à ce que l'idée nous vint de nous servir de la carte du „Waterstaat.” Celle-ci montre tous les polders, grands et petits, et indique pour chacun le niveau de l'eau dans les fossés en été („Zomerpeil.” Z. P.). Or, ce niveau étant en moyenne de 0,5 M. au-dessous du sol, nous pouvions facilement nous faire une idée de la surface. Le terrain était composé pour la plus grande partie de sable et d'argile, la tourbe n'y jouait qu'un rôle secondaire d'après la carte géologique, et pendant nos excursions nous vîmes qu'en réalité son territoire était plus restreint encore. Pour faire voir d'un coup d'œil la configuration du sol, nous n'avons pas hâché sur notre carte tout le

terrain qui est au-dessous de A. P., et nous avons indiqué par quatre teintes de plus en plus foncées les terrains entre 0 et 0,5 M. — A. P., entre 0,5 M. et 1 M. — A. P., entre 1 et 1,5 M. — A. P. et au-dessous de 1,5 M. — A. P. A la première catégorie appartient la majeure partie du „Westland,” les environs de Monster, de Poeldijk, de Naaldwijk et de 's Gravesande. Ce dernier village est une des plus anciennes localités habitées de la Hollande Méridionale; la cause en est claire maintenant, surtout si nous acceptons un abaissement du sol de 2 M. ou davantage depuis le dixième siècle.

La seconde catégorie embrasse un terrain d'étendue égale, principalement entre Delft, Wateringen et Rijswijk et entièrement couvert d'argile, qui ne couvre qu'une petite partie du terrain précédent. Le niveau des fossés y est de 0,95 M. — A.P., de sorte que la hauteur du sol y varie entre 0,40 M. et 0,50 M. — A. P. Nous avons suivi aussi exactement que possible les contours des différents polders, en les arrondissant toutefois, puisqu'ils sont artificiels en partie. La limite coïncide e.a. avec la chaussée de Delft à La Haye (jusqu'au Hoornbrug) et avec celle de Wateringen à Kwintsheul. Nous y avons incorporé un peu arbitrairement la partie nord-ouest de la ville de Delft, puisque c'est la plus ancienne et qu'elle a été à l'origine probablement un peu plus élevée que le reste. On y trouve la Maison de Ville, la vieille Eglise et la Cour des Princes. Ce terrain renferme aussi la continuation de la zone élevée de Voor-schoten—Rijswijk entre ce village et Kwintsheul, où elle s'élève de nouveau au-dessus de A.P. Il s'y joint un petit territoire en arc de cercle autour du village de Naaldwijk, entouré en partie par le terrain plus élevé et en partie par celui-ci et le terrain de la catégorie suivante. Les deux extrémités de ce terrain en demi-lune sont de sable, la partie moyenne, d'argile, d'après la carte géologique. Cette partie est en même temps la plus profonde (— 0,25 M. et — 0,50 M. contre — 0,05 M. et — 0,20 M. A.P.), ce qui explique la différence de surface.

Le troisième territoire, entre — 0,50 M. et — 1 M. A.P. est plus démembré encore. Il se compose: 1°. de la partie méridionale de la vallée de La Haye, le „Dijkpolder, Uithofspolder,” etc. Nous avons vu ci-dessus que sa limite avec la zone élevée est facile à suivre et forme une ligne courbée près de Poeldijk. 2°. La partie entre Kwintsheul, Honselerdijk, Naaldwijk et De Lier. Vers l'est et vers le sud, cette partie touche aux terrains plus bas et c'est sur la ligne de séparation qu'a été bâti le village de De Lier; vers le nord et vers l'ouest, elle touche aux terrains plus élevés. 3°. Une bande autour de la ville de Delft, qui élargit la langue de terre qui porte la ville et s'étend de Delfgauw à Den Hoorn.

4°. Une bande semblable à l'ouest de cette langue et qui s'étend de Den Hoorn au nord.

Le quatrième territoire, entre 1 M. et 1,50 M. — A.P. se compose aussi de plusieurs parties isolées: 1°. La plus grande, entre De Lier, Maassluis, Maasland et St. Maartensrecht, est limitée vers l'ouest par la digue de la Meuse et par le terrain plus élevé qui porte la ville de Maassluis; sur sa limite orientale se trouvent les villages de Maasland et de St. Maartensrecht, 2°. Une partie qui remplit un angle du terrain de la catégorie précédente, à l'est de De Lier. 3°. Une partie au nord-ouest de Den Hoorn, qui s'attache à la langue de terre de Delft, élargie déjà par la catégorie précédente, de même que: 4°. au nord de Delft, près de Reineveld et 5°. à l'est de la ville et au nord-est de Delfgauw. 6°. Une petite partie entièrement isolée et entourée des terrains de la première catégorie à l'est et au sud-est de 's Gravesande. D'après la carte géologique, cette catégorie entière se compose d'argile marine.

Le cinquième territoire est de nouveau uni, mais a une forme très irrégulière; il remplit les espaces vides entre les précédents et disparaît vers l'est et le nord sous les grandes tourbières. Il est limité d'abord par la digue de la Meuse entre Schiedam, Vlaardingen et Maassluis, suit les terrains précédents jusqu'à Kwintsheul et Wateringen, où est sa limite septentrionale et environne les terrains plus élevés autour de Delft. Il contient les villages de Kethel, Schipluiden et Pijnacker, et est en partie argileux, en partie tourbeux. Près de Wateringen se trouve un dessèchement profond de 2 M. par rapport au terrain environnant, de sorte que nous avons dans ce chiffre une indication de la puissance de la tourbe qui occupe une partie notable de ce territoire. Près de Schiedam, elle atteint même une puissance de 7 mètres et davantage, et y est en partie couverte d'une couche d'argile peu épaisse. Nous avons observé en 1888, tout près de la gare de Schiedam, ainsi qu'à 1,5 K.M. à l'ouest de la ville, des compressions intéressantes de tourbe, causées par la construction de la digue du chemin de fer au „*Hoek-van-Holland.*” Le niveau du sol s'y était élevé en petites collines allongées, hautes de 1—2 M. et traversées de crevasses, dans lesquelles on voyait la tourbe, couverte de 2—4 d.M. d'argile marine; cette couche superficielle d'argile s'étend probablement jusqu'à Vlaardingen et Maassluis. D'ailleurs, les relations entre les deux roches sont assez compliquées; nous avons observé en plusieurs endroits l'argile là où la carte indique la tourbe, de sorte que l'argile de Schiedam et de De Lier est en continuité directe avec celle de Delft. Elle est mainte fois interrompue par la tourbe, de sorte que les deux substances forment probablement des îlots l'une dans l'autre et,

selon quelques informations obtenues, il paraît en être de même dans le sens vertical. Il n'est donc pas question d'un territoire compact de tourbe, comme l'indique Staring sur sa carte.

La surface du sol est en même temps assez inégale; tantôt les prairies sont plus élevées et parfois remplacées par des champs labourés, tantôt elles sont très basses par rapport à l'eau des fossés, la différence peut dépasser 5 d.M. Les premières sont argileuses, les secondes, tourbeuses ou argileuses; l'explication la plus rationnelle nous paraît d'y voir l'effet des inondations de la mer. Elle formait autrefois un réseau de criques dans la tourbe et épargnait des îlots qu'elle recouvrait d'argile. Depuis la construction des digues, ces criques devinrent eaux stagnantes et ne tardèrent pas à se remplir de tourbe, dont la surface redevint parfois égale aux îlots les plus bas couverts d'argile, tandis que d'autres restèrent plus élevés.

On voit de ces îlots argileux très distincts de leur entourage argileux, entre autres dans le „Harnasch-Polder”, entre Delft et Wateringen. En considérant le territoire entier comme tourbeux, il doit naturellement avoir eu une profondeur assez considérable (de 2 à 7 mètres) avant la formation de cette roche. Nous reviendrons là-dessus en traitant de l'origine probable des bandes sableuses et des vallées longitudinales.

Chapitre II. Hypothèse de la Formation des Dunes intérieures et des Vallées dunaires.

A. LES DUNES ET LES VALLÉES.

C'est cette zone de sable marin et de dunes, que nous venons de décrire, qui forme une partie de la limite occidentale des tourbières hollandaises et les sépare de la Mer du Nord. Elle a 8 à 10 K.M. de largeur; les dunes en occupent peut-être la moitié, et Staring a donc eu bien tort de la colorer sur sa carte en son entier comme „*duinen en geestgronden*” (dunes et landes), tandis qu'il distingue très bien en d'autres endroits un „ancien sable marin” du „sable des dunes.” Nous avons vu ci-dessus combien ce sable est rempli de coquilles marines (dragages du canal Harlem-Leide), ce qui ne sera certainement pas resté inconnu à Staring.

La carte géologique indique encore quelques tourbières basses à Harlem, Vogelenzang, Piet-Gijzenbrug et La Haye. Nous ne nous en occuperons pas, puisqu'elles ne remplissent que des dépressions et tendent ainsi à

niveler la surface inégale du sol des vallées. Celles-ci sont plus ou moins, mais pas complètement, parallèles à la côte actuelle. En allant du nord au sud et de l'est à l'ouest, nous avons d'abord la longue vallée élevée de Castricum, qui se distingue des autres par sa direction sinueuse et est séparée du pays bas par des dunes larges et hautes, nommées „Koningsduin.” Au sud du canal maritime d'Amsterdam, nous avons la zone élevée de Schooten—Haarlem—Bennebroek, séparée par une longue vallée tourbeuse de la zone élevée Zandpoort—Bloemendaal—Overveen. Celle-ci (Heerenduinen) se confond vers le sud avec les dunes maritimes, dont elle est séparée vers le nord par la vallée de Brederode, qui a en partie la direction générale (N.N.E. — S.S.O.) et en partie la direction N.E. — S.O., ainsi que les deux petites vallées entre Zandpoort et Velsen. Toutes les quatre ont ceci de commun, qu'elles s'ouvrent vers le nord. On observe justement le contraire de l'autre côté de Vogelenzang; la longue vallée que parcourt le chemin de fer jusqu'à Voorhout, s'ouvre vers le sud, ainsi que la vallée parallèle „Zilk” et celle de Noordwijk. Celle-ci est la plus typique, et comme elle n'est pas trop longue et à la fois assez large, on peut l'embrasser d'un coup d'oeil en grim pant successivement sur 3 ou 4 hautes dunes. C'est elle qui nous a mené à une explication théorique de ce phénomène si intéressant. Nous faisons abstraction pour le moment des vallées de Teylingen—Sassenheim, puisqu'elles sont ouvertes des deux côtés.

Au-delà du Vieux-Rhin, le phénomène se produit de nouveau en sens inverse. La zone élevée de Voorschoten—Rijswijk borde la vallée de La Haye, qui est parallèle aux deux vallées beaucoup plus étroites de Wassenaar. Strictement, ce n'est que la vallée occidentale de Wassenaar (Kas-Watering) qui est fermée à son extrémité méridionale; les trois vallées parallèles appartiennent pourtant à un même système, auquel se joint le „Segbroek” ou la vallée de Loosduinen. Celle-ci est également fermée vers le sud; mais elle l'est aussi vers le nord, ce qui n'est pourtant qu'un phénomène secondaire, conséquence du déplacement des dunes, tant vers l'est que vers l'ouest, comme nous l'avons vu ci-dessus. Elle est en outre drainée et descend vers le nord.

La zone sableuse élevée „Rijswijk—Voorschoten” trouve son analogie dans les éminences de Warmond et de Sassenheim, qui ne portent non plus des dunes. Au milieu des deux derniers groupes se trouve la hauteur de Rijnsburg, qui a une forme très irrégulière et à laquelle se joignent celles de la ville de Leide même, de Poelgeest et celles entre Katwijk et Noordwijk.

Tâchons maintenant d'expliquer la formation des zones parallèles. D'abord, nous avons vu que Staring s'est opposé vivement et avec raison à l'hypothèse du désablement par l'homme. Le phénomène est pour cela beaucoup trop étendu et trop régulier. Encore de nos jours on enlève du sable, tantôt ci, tantôt là, mais sans régularité. Quoiqu'il ne s'exprime pas distinctement dans ce sens, on peut bien admettre qu'il considère comme tout à fait impossible que le sable de la dune maritime ait fait un saut au delà des différentes vallées et ait formé de nouvelles dunes internes. Il propose même de considérer la dernière „comme originale et indépendante,” et était ainsi dans la bonne voie, qu'il n'a pourtant pas suivie plus loin. Sa conclusion est, qu'il ne veut voir dans les vallées allongées ni désablements causés par le vent ou par l'homme, ni lits de rivières, en quoi il a parfaitement raison. Elle est donc entièrement négative.

Revenons maintenant à la vallée de Noordwijk. Celle-ci est assez large en raison de sa longueur, monte régulièrement vers le nord et les deux côtés qui sont nettement marqués, et fait en son entier l'impression de n'être qu'une vallée d'érosion. L'idée nous en est venue après l'avoir traversée quelquefois, et elle est parcourue en effet par un petit ruisseau, preuve en tout cas de sa pente vers l'embouchure. Il est également clair que ce n'est pas ce ruisseau („Woensdagsche” et „Donderdagsche Wetering”) qui a pu produire l'érosion; il est pour cela beaucoup trop faible et ne fait que drainer une vallée déjà prête. Tout au plus pourrait-il entraîner un peu de sable pendant l'hiver et approfondir imperceptiblement son lit. Ensuite, le terrain entier des dunes est post-diluvien et ce n'est que dans l'époque diluvienne que le creusement des vallées s'est opéré sur une grande échelle. Ainsi que Staring, nous ne croyons non plus à un bras du Rhin comme cause d'érosion, la vallée étant justement inclinée *vers* le bras oblitéré de cette rivière.

Il nous reste pourtant un agent érodant suffisamment puissant et qui travaille encore de nos jours: c'est l'eau marine qui s'étend sur la plage pendant le flux et s'en retire pendant le reflux. On n'a qu'à étudier les cartes topographiques de nos îles frisones et groningoises pour y trouver un assez grand nombre de ces „Geulen,” „Slenken” ou „Balgen”, qui ressemblent à des lits de rivière profonds et larges mais courts. Pendant la marée, la mer entre d'abord dans ces *Slenken*, qui débordent bientôt, et en peu de temps toute la plaine sableuse du „Wad” est couverte d'eau. Le reflux venant, le même phénomène se produit en sens inverse, et ce sont ces canaux qui conservent le plus longtemps leur eau; les plus grands ne se dessèchent jamais et servent de ports aux îles de

Terschelling, Schiermonnikoog, etc. Staring donne une description animée du changement de scène rapide de terre ferme en mer agitée (B. v. N. I, pag. 230), description que M. Winkler a transportée dans ses „Considérations géologiques.” Encore de nos jours, la mer pourrait entrer pendant le flux dans le „Noordzijder-Polder” (vallée de Noordwijk), si elle n'en était pas empêchée par la chaîne de dunes. Le terrain entier n'y est pas suffisamment élevé (quelques décimètres au-dessus de A. P.) pour l'empêcher. Il en est de même pour les autres vallées près de Sassenheim et de Warmond qui lui sont parallèles.

Or, il y a entre nos îles septentrionales des passe-bouque (zeegaten) qui servent au passage de l'eau des „*Wadden*,” d'où elle s'étend latéralement avec une assez grande vitesse et on se demande naturellement : „Où était la communication avec la Mer du Nord qui servait d'entrée et de sortie à l'eau des marées ? Il ne faut pas chercher trop loin notre passebouque oblitéré, car trois vallées tout à fait semblables à celles de Noordwijk s'étendent en sens inverse, vers La Haye, et il doit donc se trouver entre Noordwijk et Wassenaar.

Les éminences autour de Rijnsburg et celle qui porte la ville de Leide, nous paraissent être des banc de sable qui se sont formés plus tard et ont contribué peut-être à l'obstruction du passe-bouque.

Celles de Sassenheim, de Warmond et de Voorschoten—Rijswijk sont parallèles aux vallées et probablement plus anciennes ; elles étaient inondées régulièrement à chaque marée, à cause de leur hauteur peu considérable.

De même qu'aujourd'hui sur nos *Wadden*, plusieurs parties de ces bancs de sable étaient un peu plus élevées que les autres dans le temps où s'opéraient les phénomènes qui nous occupent. L'eau du flux en montant dans les *Slenken* peut y apporter du sable dans des conditions favorables, qu'elle dépose naturellement, quand sa vitesse devient insuffisante pour le tenir en suspension. C'est ce qui arrive quand elle s'étend sur le *Wad*. Les *Wadden* de nos jours sont à peu près stables ; mais on peut se les représenter dans des conditions qui les font accroître, aussi bien que dans celles qui les font diminuer. Il arrivera un moment où le *Wad* ne sera inondé que pendant les très hautes marées et il pourra alors s'y former des dunes qui croîtront peu à peu au dépens du sable que le flux jette sur la plage ordinaire. Nous voulons donc considérer avec Staring nos dunes intérieures comme „originales et indépendantes” ; mais nous irons plus loin et préciserons davantage. Nous considérons la rangée de dunes la plus intérieure, celle de Voorhout—Hillegom—Bennebroek—Heemstede—Harlem et de Ten Deyl—

Raaphorst, au sud du Vieux-Rhin, comme la plus ancienne. Ensuite se seraient formées celles de Noordwijkerhout et de Kronestein (îlot au S.O. de Vogelenzang) et la rangée de Wassenaar—Clingendaal, puis d'autres rangées plus occidentales qu'il est impossible de distinguer, puisqu'elles ont été recouvertes par les dunes maritimes actuelles pendant leur déplacement vers l'intérieur, déplacement qui a heureusement cessé depuis assez longtemps.

La plus haute antiquité des dunes intérieures explique très bien le fait relevé par Staring que le sable qui compose celles entre Harlem et Warmond (B. v. N. I. pag. 323) ne contient point de calcaire, tandis que celui des dunes extérieures en contient, en partie à l'état de débris de coquilles. L'eau de pluie a eu le temps de dissoudre le calcaire en s'infiltrant dans le sable des dunes intérieures plus anciennes, et n'y est pas encore parvenu dans le sable des dunes maritimes plus récentes. Cette eau de pluie contient en même temps de l'oxygène qui détruit, en l'oxydant, peu à peu l'humus du sable des dunes. Cette oxydation est facilitée par la rapidité avec laquelle l'eau de pluie s'infiltré et le sable se dessèche.

Il en est ici précisément comme du sable de nos bruyères arides; l'absence d'une croûte humifère plus ou moins considérable ne peut pas être invoquée contre l'hypothèse de la présence de forêts dans les temps passés. L'humus a été oxydé (ou brûlé) et le calcaire a été dissous et transporté plus bas. Il est donc assez probable que les dunes intérieures ont porté autrefois des forêts étendues et que ce sont ces forêts qui leur ont fait conserver leur forme originale et les ont protégées contre la destruction par les tempêtes. Du moins l'absence d'une terre végétale assez épaisse ne peut pas prouver le contraire.

Revenons maintenant aux vallées dunaires. Il y en a encore plus au nord, celle de Vogelenzang—Harlem et les petites vallées entre Bloemendaal et Velsen. Il est clair qu'elles ne peuvent être expliquées par le passe-bouque de Leide, puisqu'elles en sont trop éloignées et s'ouvrent vers le nord. Peut-être y-a-t-il eu un passe-bouque près de Velsen ou de Beverwijk, ou encore plus au nord, qui n'a pas laissé de traces aussi distinctes que celui dont nous venons de parler. On pourrait mettre aussi ce passe-bouque en rapport avec la vallée dunaire derrière Castrium qui est beaucoup moins distincte que les autres et a eu son ouverture vers le sud, ainsi près de Heemskerk, du moins d'après ce que nous avons pu en voir. La topographie originale était rendue très indistincte en cet endroit par le déplacement du sable des dunes vers l'intérieur.

C'est dans l'été de 1888 que nous avons été assez heureux de voir une double rangée de dunes avec une longue vallée intermédiaire en train de formation. En faisant une excursion dans l'île de „Voorne en Putten,” qui porte Brielle et Hellevoetsluis, nous avons aussi visité la plage du Haringvliet entre Rockanje et Oostvoorne.

Près du premier village, les dunes ordinaires se sont déplacées notablement vers l'intérieur sur le polder „Stuifakker” ; mais c'est un phénomène connu qui ne nous intéresse pas ici. En allant de Rockanje vers le N.N.O., on traverse d'abord des dunes assez petites, puis une étroite rangée de dunes principales, assez élevées. Derrière elles s'étend une plage excessivement large, formant le bout de l'estuaire du Haringvliet. Cette plage porte le nom caractéristique de „*Groene strand*” (plage verte) et on y voit paître des vaches et des chevaux. On peut y distinguer trois zones parallèles : la première commence au pied des dunes principales et a une largeur d'environ 300 M., c'était le pâturage proprement dit, quoique assez maigre. Le sol y était très plat et n'était inondé que rarement ; il s'y trouvait des flaques d'eau parfaitement douce, soit eau de pluie, soit eau des dunes. Cette longue vallée suit le pied des dunes jusqu'à l'embouchure de la Meuse de Brielle, d'où l'eau des hautes marées peut y entrer. La seconde zone est constituée par des dunes véritables quoique rudimentaires ; elles ont une hauteur de 0,5 à 1 M. et sont couvertes d'ammophile clairsemée ; elles sont donc déjà en état de se maintenir pendant les tempêtes de l'hiver. Nous avons trouvé pour cette zone une largeur de 550 à 600 M. Ensuite vient la plage véritable ordinaire, qui n'avait qu'une largeur de 20 M., du moins au moment de notre visite.

Nous avons donc ici une preuve irréfutable que dans des conditions favorables il peut se former sur une large plage une nouvelle rangée de dunes, séparée de la première par un terrain plat, plus bas, qui reste en communication avec la mer et constitue une vallée inondée de temps à autre.

Un phénomène parfaitement analogue, mais de date plus réculée, s'est produit dans l'île de Goeree, dans les environs du village d'Oudorp. Ce village est entouré de terres sableuses sèches à peu près horizontales, cultivées depuis longtemps pour la majeure partie. Vers l'ouest, elles touchent à des prairies communales étendues, plus ou moins distinctement ondulées et portant le nom de „West-Duinen” (dunes occidentales). Il en est absolument de même vers l'est, où ces prairies portent le nom de „Middel-Duinen” et de „Oost-Duinen” (dunes du milieu et orientales). On les reconnaît au premier abord comme de véritables dunes, quoique

peu élevées et couvertes presque partout d'assez bons pâturages. Elles ressemblent beaucoup au petit îlot de dunes intérieures dans la vallée de Vogelenzang-Voorhout, qui porte les métairies de Kronestein, Groene-Tuin, etc. Or, en faisant quelques courses dans les environs d'Ouddorp, on voit, avec un peu d'expérience, que ces terrains ne sont que des dunes intérieures nivelées; de temps à autre on rencontre des parcelles, qui ont davantage conservé leur forme naturelle. L'homme, en s'y établissant, a fait des champs cultivés d'une partie de ces petites dunes, qui n'atteignent souvent qu'un mètre ou un demi-mètre de hauteur, et a laissé les autres dans l'état de prairies. Cette chaîne de dunes anciennes a une direction du S. O. au N. E. La limite orientale en est ondulée et les sépare d'un terrain horizontal sableux, qui descend graduellement et disparaît sous l'argile des polders de l'île de Goeree, réunie depuis le siècle passé à celle d'Overflakkee. La partie septentrionale, ou plutôt du N.E., de ces dunes, se confond avec les dunes maritimes ordinaires; qu'on peut suivre vers l'ouest, où elles s'éloignent des dunes intérieures en laissant entre elles une vallée dunaire, couverte d'argile marine, grasse vers l'ouest, plus sableuse vers l'est. Cette vallée est divisée par deux digues transversales en trois polders d'âge différent: le „Oude-Nieuwlandsche-Polder”, le „Nieuwen-Oord-Polder” et le „West-Nieuwlandsche-Polder.” La forme actuelle n'en est point originale; car nous avons trouvé sur une ancienne carte le premier polder beaucoup plus large, le pied intérieur des dunes maritimes d'alors correspondant assez bien avec la limite de la plage actuelle. On sait donc que les dunes se sont déplacées notablement vers l'intérieur dans les deux derniers siècles. Il en est de même de la limite occidentale; la courbure méridionale du pied intérieur des dunes maritimes actuelles est relativement récente, puisque l'argile marine contenant beaucoup de coquilles mortes de la *Scrobicularia piperita* est visible sur la plage ouverte de la Mer du Nord, où certainement elle ne se déposerait pas aujourd'hui.

L'histoire géologique de cette île est donc probablement la suivante. Dans l'embouchure immense du Rhin et de la Meuse il s'est formé un banc de sable, peut-être autour d'un noyau de l'ancien terrain des tourbières ou de sa base. Il s'y forma peu à peu une chaîne de dunes peu élevées, et la plage s'avança assez rapidement vers le nord-ouest par de nouveaux dépôts de sable, jusqu'à ce qu'il y apparut une seconde chaîne de dunes dans une direction qui se rapprochait davantage de l'O—E. Cette chaîne se confondit aussitôt ou plus tard avec les dunes plus anciennes un peu à l'E. du point actuel de réunion. La crique intermédiaire fut peu à peu remplie d'argile marine et l'homme en isola

successivement par des digues les parties les plus élevées. Dans les points sus-nommés, les dunes maritimes plus récentes se sont ensuite déplacées vers l'intérieur. Peut-être verra-t-on plus tard se former une troisième rangée de dunes sur l'énorme plage de l'extrémité S.O., appelée „Springer”, où les dunes extérieures actuelles continuent à s'allonger à vue d'œil vers le S.O. de même que l'extrémité de cette plage.

La petite carte (Pl. I) d'une partie de l'ancienne île de Goeree a besoin d'explication. La partie colorée en vert y représente, comme ailleurs, les parties les plus basses, les polders. Ici, tout ce terrain est couvert d'argile et par conséquent la limite y est à l'est d'Ouddorp plus naturelle qu'en beaucoup d'autres endroits. Sur la côte du Haringvliet, notre carte ne représente pas l'état actuel des choses, mais celui d'il y a environ deux siècles. Ainsi la ligne continue CD signifie l'ancienne côte, la ligne pointillée intérieure la côte actuelle; le pied interne des dunes actuelles correspond précisément avec le „Nieuwlandsche-Dijk,” de sorte que les deux „Wetering” (fossés de drainage, en flamand: „Watergang”) septentrionales ont disparu aujourd'hui; ce n'est que la troisième qui fonctionne encore. La partie au nord de cette digue devrait donc être colorée en brun pour représenter les relations actuelles.

B. RAPPORT ENTRE LA ZONE DE SABLE ET LES GRANDES TOURBIÈRES.

Pour compléter notre hypothèse, il nous faut reculer encore davantage dans le passé et répondre à la question: quelle est l'origine de ce banc de sable, de ce „Wad” ancien, qui porte les dunes intérieures? Une difficulté qu'il faut écarter en même temps est l'origine de la zone tourbeuse de la Hollande Septentrionale et de la Hollande Méridionale. La tourbe ne se forme qu'exceptionnellement dans l'eau un peu saumâtre, jamais dans l'eau marine. Or, elle a dans notre contrée une épaisseur de 4—5 M. et repose sur le Zanddiluvium (Diluvium sableux) dans le voisinage du Vecht, ou sur l'argile marine, ou sur le sable marin alluvial plus vers l'occident. Cette couche de tourbe passe-t-elle par dessous notre zone sableuse ou bien est elle plus récente? Dans ce cas-ci, le sable marin qui porte les dunes serait identique à celui que recouvre l'argile marine sous la tourbe. Le premier cas se présente dans la Flandre belge; quant aux dunes que nous avons en vue, nous sommes du second avis. Nous avons examiné les roches et les rapports des forages de Vogelenzang, d'Overveen et de Leide (comp. l'appendice), où la tourbe n'est pas présente. A Harlem dans deux forages, on a traversé de la tourbe, de la surface à

4,30 M. — A. P., mais c'était dans la partie orientale de la ville où l'on est sur la lisière de la grande zone des tourbières. Le centre, portant la maison de ville et la grande église, repose sur la zone sableuse. Ces deux forages représentent donc un cas neutre.

Il est connu que la mer jette souvent de gros blocs de tourbe sur la plage de Scheveningue, etc., ce qui prouve certainement que cette roche se trouve quelque part dans la mer, mais non que c'est une partie des grandes tourbières, recouverte par du sable à coquilles marines. Staring cite pourtant quelques faits, qui paraissent d'abord prouver la plus haute antiquité de la tourbe.

Dans son „Sol des Pays-Bas” I, pag. 68, il parle de la sablière de la maison de campagne „Rusthoek” à Loosduinen, où se trouve une épaisse couche de tourbe, contenant une énorme quantité de bois.” Ce n'est pourtant que de la tourbe recouverte par une *dune*, comme on en voit près de Scheveningue et près de Vogelenzang. La dune intérieure s'est déplacée un peu vers l'est comme on peut aussi le voir à Hillegom (Werestein) où elle a recouvert une petite route mac-adam; le sable marin à coquilles reste hors de question. Ensuite, il parle (pag. 324) de tourbe près de Voorhout et de Wassenaar, dans laquelle des ossements de chevaux et de boeufs et même un arc en bois de frêne auraient été trouvés. Il n'en indique pas le point précis ni la profondeur, mais il dit littéralement: „Ceci sert de nouveau de preuve que des déplacements considérables de sable *dunaire* ont eu lieu dans des temps historiques;” on peut donc admettre que ce n'est ici de nouveau que la tourbe des vallées dunaires dont il est question. Finalement, il constate que le sable à coquilles marines sous les dunes est plus ancien que les grandes tourbières, car à la page précitée on lit: „Les dunes gisent ainsi souvent sur la tourbe basse. Dans la règle, le sous-sol est pourtant du sable marin à coquilles marines non-brisées, c'est à dire l'ancienne plage sur laquelle les dunes se sont formées. Or, on trouve cette même *plage* sous la couche de *tourbe*, et sous l'argile, qui constitue le fond du Lac de Harlem et d'autres polders (lisez „Dessèchements”). Il cite ensuite le sable marin d'Overveen, de Harlem, de Vogelenzang, de Sasenheim, de Noordwijk, de Katwijk, de La Haye, de Loosduinen, de Monster et de Brielle, mais il ne songe aucunement à expliquer pourquoi ce sable se trouve tantôt au niveau de A. P. (à l'ouest), tantôt à 5—6 M. — A. P. à l'est, ce qui reste cependant un phénomène à expliquer.

M. Beekman, l'auteur de „La Lutte pour l'Existence” dit dans cet ouvrage (pag. 72): „En Hollande et dans la province d'Utrecht, la couche de tourbe est épaisse de 3 M. à 5,5 M. excepté aux limites près de la

zone des dunes, où la tourbe disparaît en mince couche sur le sable.

La question de la plus grande antiquité de notre ancien sable marin par rapport aux tourbières est ainsi tranchée : il y a donc eu une mer intérieure, une *lagune* ou un „*Haff*” à l’est de la zone sableuse, où la mer pouvait entrer librement, e. a. par le passe-bouque de Leide, et y déposer de l’argile marine ; le sable marin sous cette argile étant en continuité directe avec celui sous les dunes. L’eau de ce *Haff* a eu à peu près le même niveau (relativement au sol environnant) que la mer actuelle, qui comme nous avons vu, pourrait entrer dans nos vallées dunaires pendant les flux ordinaires et même couvrir les éminences à l’exception naturellement des dunes elles mêmes. Nous verrons bientôt qu’il y a des exceptions à faire ; mais nous voulons d’abord examiner une particularité de la zone sableuse, que nous avons décrite pag. 24 et tâcher d’en expliquer l’origine. Ce sont les environs de Delft, où des phénomènes assez différents se sont présentés.

C. LES ENVIRONS DE DELFT.

Pendant nos excursions, nous avons suivi la zone sableuse, qui commence près de Voorschoten et qui porte aussi Voorburg et Rijswijk. La rive occidentale ressemble aux cas analogues ; elle est tantôt plus distincte, tantôt moins ; mais on peut la tracer assez facilement de Voorschoten à Monster. Il en est de même de la rive orientale de Voorschoten jusqu’à Voorburg et un peu en delà, où elle se perd, toutefois pour réapparaître très distinctement sur une courte distance entre Wateringen et Kwintsheul. C’est à l’aide de la carte du *Waterstaat* et en réunissant les petits polders en groupes d’après leurs niveaux relatifs que nous avons pu distinguer deux zones de terrains concentriques, dont le milieu est plus élevé et qui sont séparées par une troisième zone parallèle plus profonde, remplie en grande partie de tourbe, qui est recouverte parfois d’argile plus récente. Ces trois zones sont assez larges en comparaison de leur longueur, et assez normales sur les zones de la bande sableuse. L’une est déterminée par la ligne : Rijswijk—Delft, l’autre par la ligne Poeldijk—De Lier—Maassluis, la partie médiane profonde, par la ligne Wateringen—Schipluiden—Vlaardingen. Nous faisons abstraction pour le moment d’inégalités plus petites.

On conçoit que l’explication est la même que pour les zones parallèles à la côte. Nous avons une vallée courte et large, bordée de deux rives de sable et creusée par le mouvement de flux et de reflux dans le banc de sable que la mer avait déposé elle-même. L’eau de la mer

y entrant du sud-est, probablement de l'estuaire, qui formait alors l'embouchure du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut réunis, entre Maassluis et Brielle. La partie médiane est actuellement remplie en partie de tourbe et la surface en a donc été notablement plus profonde qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Cependant l'eau du flux en arrivant dans la vallée courte et large de Schipluiden se répandait des deux côtés et y déposait l'argile des environs de Delft et de Wateringen—De Lier; nous la considérons par conséquent comme équivalent à l'argile bleue des dessèchements (vulgo „polders”). Staring lui a assigné, sur sa carte géologique, une aire trop étendue, du moins vers le nord. D'après lui, le village de Rijswijk, qui est assez élevé et dont les environs se composent entièrement de sable, ainsi que la vallée entre ce village et La Haye, qui est en partie sableuse, en partie tourbeuse, se trouvent dans cette limite. Nous avons tracé sur quelques points la limite du sable et de la tourbe, qui correspond assez bien avec la „Hoefkade”, et celle de l'argile et du sable et nous avons vu qu'il faut reculer celle-ci assez loin vers le sud : elle ne dépasse que de 500—600 M. la chaussée de Monster à Rijswijk et occupe ainsi la partie supérieure de la rive orientale de la vallée de La Haye sur une certaine étendue. D'ordinaire on voit que l'argile se dépose de préférence dans l'eau plus profonde qui est la plus tranquille; l'exception apparente à cette règle n'est que la conséquence de la rencontre de deux vallées opposées. L'eau de l'une (Schipluiden) entrant dans l'autre (La Haye) à travers la ligne de séparation; la première était en communication avec la mer ouverte par le passe-bouque de Katwijk, l'autre, avec l'estuaire Maassluis—Brielle du Rhin-Meuse et contenait de l'eau plus chargée d'argile, qu'elle déposait à l'endroit où elle était arrêtée par l'eau montant de l'autre côté. Nous avons par conséquent dans la partie „Wateringen—Kwintsheul” de la zone sableuse „Voorschoten—Monster” une analogie très intéressante avec ce qu'on appelle en hydraulique „*Overlaat*” (traverse). C'est une partie d'une digue de rivière à laquelle on a donné expressément une moindre hauteur qu'au reste, afin que l'eau, en montant, puisse s'écouler par-dessus la digue dans une direction qui lui est assignée d'avance. L'avantage en est naturellement que la digue en son entier est moins exposée à la rupture et que l'inondation n'atteint qu'une contrée où l'on s'y est préparé d'avance et où l'on y est accoutumé depuis une série d'années.

Tout cela pourrait encore arriver très facilement de nos jours, si le pays n'était pas protégé artificiellement contre les inondations de la mer et des rivières. On peut même supposer une position plus élevée de 1 (à 1,5) M. pour que ces phénomènes arrivent encore assez souvent. C'est

aussi cette partie de la Hollande Méridionale, constituant la Wateringue (waterschap) ¹⁾ de Delfland qui était difficilement drainée pendant l'hiver, à cause de l'absence de pompes à épuisement suffisamment puissantes; en 1887 on y a remédié en construisant une dans les dunes de La Haye. Autrefois l'état des choses était naturellement pis encore et tout le pays présentait une grande flaqué d'eau pendant l'hiver, d'où ne s'élevaient que les digues des canaux, les routes et les endroits habités rehaussés artificiellement, ainsi que les terrains naturels plus élevés. C'est pourquoi les premiers endroits habités du temps des comtes de Hollande se trouvaient à 's Gravesande, Naaldwijk, Rijswijk, etc. Très probablement la traverse (overlaat) de Wateringen était sous l'eau pendant une partie notable de l'année et formait une espèce de gué, par lequel on pouvait encore passer de Rijswijk à Poeldijk, etc. à travers l'eau peu profonde. Nous voyons un souvenir de cet état de choses dans les noms de quelques maisons de campagne, situées à côté de cette chaussée et à 2,5 K.M. de Rijswijk. Elles s'appellent „De Voorde, Steenvoorde, Overvoorde, Westervoorde et Nieuwvoorde;” les deux dernières sont ostensiblement récentes et ont été baptisées à l'instar des trois premières. Or, le mot „Voorde” signifie „gué” et il est plus que probable que la première habitation de ce nom a été bâtie sur le point, où l'on devait traverser l'eau du gué.

D. DIFFICULTÉS A RÉSOUDRE.

Notre hypothèse de la formation des vallées dunaires explique aussi pourquoi il nous a été si difficile parfois de bien tracer la limite des terrains élevés. C'étaient les petits îlots orientaux de Sassenheim, Warmond, Poelgeest, etc., ainsi que les extrémités inférieures des terrains élevés, donc des parties qui étaient inondées en général et où l'eau marine coulait entre des rives submergées. Le sable inondé prend une pente plus faible que le sable à sec. La même difficulté se présente plus ou moins de l'autre côté des vallées, à leur commencement, où l'érosion n'a travaillé que pendant un temps très court de chaque marée et avec une quantité d'eau plus faible. Aussi la plage nue y était plus souvent à sec, ce qui favorisait également l'effacement des limites par le déplacement du sable par le vent. Nous avons fait cette observation d'abord dans le commencement de la vallée de Noordwijk („Noordzijder Polder”), où l'on voit le sol horizontal passer graduellement dans les dunes. Elle nous

¹⁾ Le mot hollandais „Watering” correspond à „Watergang” en flamand.

conduit aussi à l'hypothèse la plus simple de celles, que nous avons essayées pour expliquer des anomalies dans le niveau relatif de certaines autres vallées dunaires.

Ce sont : 1°. Loosduinen—Wassenaar, 2°. Duin-en-Daal—Brederode, 3°. Kruisberg—Vogelwater. La première se compose actuellement (pag. 395) de deux parties : Loosduinen—Zorgvliet et Waalsdorp—Wassenaar, qui dans l'origine n'en ont formé qu'une seule, la partie moyenne ayant été comblée par le déplacement du sable des dunes, sur lequel est bâtie La Haye. M. Van de Velde, maire de Loosduinen, a eu la complaisance, à ma prière, d'y déterminer le niveau du sol au sommet (intersection du ruisseau et de la route de l'hôtel Kijkduin), où il a trouvé 2,25 M. + A. P. et un peu plus près de La Haye, près de l'ancienne machine à épuisement, où il a trouvé 2 M. + A. P. Or, les marées exceptionnelles atteignent 3 M. + A. P. à Katwijk, de sorte que nous avons ici encore de la marge pour notre hypothèse de l'eau des marées. Toutefois, nous croyons que le sol a déjà été un peu haussé par le déplacement des dunes, qui est très ostensible près de la nouvelle machine à épuisement, mais aussi visible ailleurs. La seconde vallée est celle de Brederode, derrière Bloemendaal, près de Harlem. M. Asser, ingénieur du chemin de fer hollandais, m'a bien obligé en me donnant plusieurs informations, e. a. le chiffre du niveau naturel de la prairie (*maaveld*) dans le milieu de la petite vallée, à l'endroit où elle est coupée par le chemin de fer, non loin de Zandpoort. Ce chiffre est de 3,3 M. et de 3,1 M. pour le point correspondant de la vallée suivante très courte. Ici donc, le jeu des marées nous met entièrement dans l'embarras; les marées extraordinaires d'IJmuiden ne montent qu'à 2,6 M. + A. P. et nous n'avons qu'à choisir entre une hausse du sol des vallées et des dunes en son entier et un déplacement du sable. Comme ce dernier est prouvé dans d'autres vallées et comme le sol de la vallée sus-nommée en porte des traces abondantes, nous y avons recours ici.

La troisième vallée, celle de Vogelwater—Kruisberg, derrière Castricum est dans un état plus défavorable encore. La carte *topographique*, très pauvre en *chiffres topographiques* comme toujours, ne nous en dit rien; mais heureusement pour nous M. Kempees, ingénieur du Waterstaat à Alkmaar, y a remédié de la manière la plus aimable en déterminant à notre prière une série de niveaux, partant de l'église catholique de Castricum. La base des dunes du côté intérieur (*geestgrond*) ne présente point de niveaux exagérés; ils sont tout au plus 2 M. + A. P. Tout près du „Vogelwater,” il a trouvé 4,75 M. à 5,10 M., tout près du „Kruisberg” 4,65 M. et au milieu, près du „Commissarishuis” et du „Brabandsche

Landbouw", des niveaux bien inférieurs de 3,2 M., 3,5 M. et 3,6 M. Or, il est clair que nous n'avons pas affaire ici à des désablements artificiels. Qui aurait eu l'absurdité d'aller creuser du sable pour le transporter sur des chemins sableux à travers des dunes, composées du même sable? Nous pouvons donc accepter le chiffre minimal de 3,2 M. comme base de nos raisonnements, chiffre qui est aussi celui de la vallée de Brederode. Or, comme celle-ci a eu probablement à l'origine un niveau inférieur de 1,5 M. à 2 M., nous ne hasardons pas trop en supposant, que le sol le plus bas de la vallée de Castricum, près du „Brabandsche Landbouw" a également été plus bas encore. Il n'y a aucune des vallées dunaires où la marche du sable des dunes vers les terres de l'intérieur soit aussi claire et nous nous sommes demandé à plusieurs reprises pendant nos excursions, si nous avions réellement à faire à une vallée dunaire ou simplement à une suite de panes qui seraient rangées régulièrement.

La vallée de Castricum ayant passé la barrière, nous sommes fort tenté de laisser passer également le „Breesaap" entre Beverwijk et IJmuiden, qui aurait perdu davantage encore son caractère de vallée dunaire pour se déguiser en panne.

E. NAISSANCE DES CORDONS LITTORAUX.

Le point cardinal de l'histoire de nos terres tourbeuses est par conséquent la formation de la *Nehrung*.

D'après ce que nous avons trouvé dans la littérature, les auteurs distinguent deux espèces de ces étroites langues de terre: l'une est entièrement libre et souvent peu stable; l'autre est attachée à la terre ferme, ou du moins à une île, par un ou deux côtés et est plus solide.

Les premières, qui sont le plus développées sur la côte orientale des Etats-Unis entre Long-Island et La Floride, surtout près du Cap Hatteras, doivent leur formation, en partie du moins, au sable et à l'argile en suspension dans l'eau des rivières. Ces matériaux peuvent être transportés dans des cas favorables jusqu'à ce que l'eau douce, qui flotte sur l'eau salée, ait perdu sa vitesse, p. e. en se heurtant à un courant marin parallèle à la côte. Le banc de sable ainsi formé, pourra s'accroître aussi du côté de la mer par la déposition de sable marin et la lagune intérieure se comblera peu à peu des sédiments fluviaux (Leipoldt-Peschel. *Physische Erdkunde*). L'autre espèce de *Nehrung* a toujours un point d'appui, où commence sa formation, soit un point protubérant de la côte, soit une île. Derrière ce point, l'eau de la mer sera relativement

en repos (Keller, *Studiën über die Gestaltung der Sandküsten*, Zeitschrift für Bauwesen, XXXVI, 1881, Berlin), puisque le courant marin n'entre pas dans les anses et les baies de la côte. Les ondes montantes jettent du sable sur la côte, qu'elles s'efforcent de remmener dans leur retour. Le sable, qui est ainsi en mouvement d'oscillation, est en même temps pris par le courant de la côte et déposé un peu plus loin, ce qui arrive naturellement le plus facilement derrière un point protubérant de la côte, où il se formera un dépôt de sable de plus en plus allongé, qui croîtra jusqu'à ce qu'il ait atteint l'autre angle de l'anse.

Le vent, en soufflant obliquement sur la côte, produira également, par sa composante, un transport de sable parallèle à la côte. Ce transport sera donc souvent en sens contraire l'été et l'hiver, mais le dernier sera prépondérant.

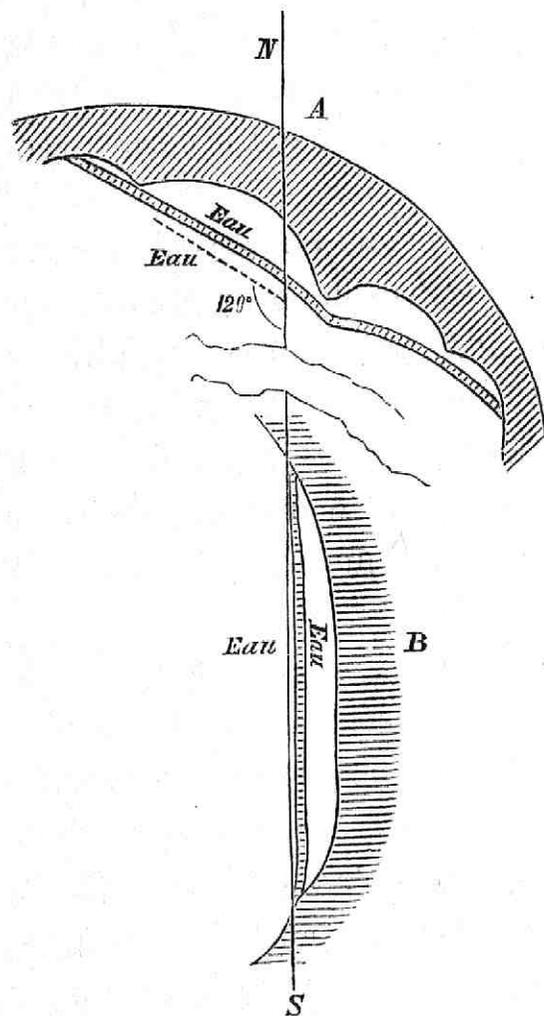
D'après Czerny („Die Wirkungen der Winde auf die Gestaltung der Erde." *Ergänzungsheft 48 zu Petermann's Mittheilungen*, 1876), les vagues montantes apportent continuellement du sable sur la côte, qu'elles laissent tomber lorsque leur vitesse diminue. C'est ce qui arrive quand elles se heurtent contre une vague retournante et de cette manière il pourra se former à une certaine distance de la côte un banc de sable qui pourra s'élever jusqu'au dessus de l'eau et acquérir des dunes, ainsi que les *Nehrungen*.

Ces différentes causes: courants marins (de flux et de reflux) parallèles à la côte, et vents, qui la frappent obliquement, sont représentées sur notre côte et elles nous paraissent suffire pour expliquer la formation de la nehrung. Ce qui nous semble le plus probable, c'est qu'elle a commencé sur la côte française, p. e. à Sangatte et s'est prolongée peu à peu jusqu'à ce qu'elle ait atteint l'île de Tessel, pour être rompue ensuite en plusieurs endroits, e. a. à Katwijk et y former le passe-bouque de Leide.

M. Winkler de Harlem a aussi tâché dans ses „*Considérations géologiques, etc.*" de rendre compte de la formation de la nehrung de notre côte occidentale. Il l'explique comme si c'était une nehrung libre — pour ainsi dire — produite par la rencontre de l'eau fluviale et d'un courant marin. Il insiste (l. c. pag. 60) sur ce fait, qu'on voit encore les nehrung se former en plusieurs endroits sous nos yeux, mais pourtant il rattache la formation de la nôtre à l'époque diluviale, attendu que notre Rhin actuel ne transporte plus de sable aussi loin dans la mer. Ensuite il la fait commencer à un point avancé de la côte de Flandre, près d'Ostende et la considère donc en même temps comme nehrung non-libre (en forme de péninsule). Nous avons déjà démontré ailleurs

(Contributions III, pag. 151), que s'il était prouvé que le sable de notre nehrung est identique à celui du Zanddiluvium, il ne s'en suit nullement que la formation en ait eu lieu en même temps, mais que ce ne serait qu'un même matériel, remanié une fois de plus. M. Winkler n'a donc fait nullement avancer la question.

Nous avons été assez heureux pour pouvoir observer la formation d'une nehrung en miniature, mais dans une eau stagnante. Dans l'été de 1889, en faisant des excursions dans le Diluvium de la province de Drenthe,



nous arrivâmes à une de ces flaques d'eau assez nombreuses, qui ne sont que des dépressions, remplies originellement de tourbe que l'homme a enlevée ensuite plus ou moins complètement. On la voit figurée sur la carte topographique sous le nom de „Mijnders-Veen” ou de „Zwarte Water” (eau noire) tout près de la route de sable de Rolde (près d'Assen) à Borger. C'est probablement une seule dépression assez étendue, mais dont la tourbe n'a été enlevée que partiellement et très irrégulièrement, de sorte qu'il y existe maintenant dans un terrain marécageux trois étangs séparés, dont les niveaux paraissent même différer un peu. C'est dans le coin N.E. de l'une d'elles — donc exposé au vent prédominant — que nous découvrîmes la première nehrung A. La courbe extérieure est le rivage élevé com-

posé en partie de tourbe, en partie de très petites dunes, hautes de $\frac{1}{2}$ — 2 M. La courbe ondulée intérieure représente le rivage lors de notre visite; les deux extrémités en sont réunies par une petite bande de sable, dirigée du N. 60° O. au S. 60° E., en forme de deux courbes presque droites, et longue de 20 M., large de 6 d.M.; la plus grande largeur de la lagune était de 2 M. A une faible distance, dans le coin S.E. de l'étang, s'en trouvait une semblable, dirigée précisément du N. au S., longue de 18 M., également large de 6 d.M., qui isolait une lagune dont la largeur maximale ne mesurait que 1,5 M. Nous croyons que l'explication en est assez simple. Le vent remue le fond sableux de l'eau et les vagues, qui montent sur la plage faiblement inclinée, se heur-

tent contre l'eau qui retourne. Il en résulte que l'eau est tranquille de temps en temps sur la même ligne et laisse tomber le sable en suspension.

L'influence de courants est exclue absolument, le seul agent imaginable est donc le vent.

F. COMPARAISON DU HAFF DE HOLLANDE AVEC QUELQUES AUTRES.

C'est en première ligne le »Kurische Haff» de la Prusse Orientale à l'embouchure de la Memel, qui se prête à une comparaison détaillée. Il a été décrit par M. Berendt dans les „Schriften der physikalisch-oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg, IX, 2. 1868”, sous le titre de: „Geologie des Kurischen Haffs.”

C'est une eau très peu profonde, séparée de la Baltique par une *Nehrung*, qui porte de très hautes dunes. Il contient de l'eau douce et n'a été qu'en partie comblé par les terrains de transport de la Memel — sable et argile — et par des tourbières. Ces formations récentes ne s'étendent nulle part jusqu'à la *nehrung*, ce qui est par conséquent un premier point de différence. M. B. considère celle-ci — et non le versant du plateau de l'intérieur — comme la véritable prolongation de la côte de la Baltique; l'ancienne argile à blocs en constitue le sous-sol, ainsi que celui du haff, des formations alluviales et de l'argile à blocs supérieure du plateau voisin. Une partie de cette dernière doit avoir disparu par conséquent, selon M. B., par suite de l'érosion de la Memel e. a. et de la Baltique, procédé qui nous est resté encore un peu obscur à cause de la présence des deux ou trois îlots de l'argile à blocs inférieure, qui sont devenus les noyaux de la nouvelle *nehrung*. La conséquence de cette érosion fut une lagune, plus grande que la lagune actuelle et séparée de la Baltique par les îlots précités; l'auteur lui donne le nom, de „lagune de Tilsit”. Or, cette lagune ne saurait être comparée avec la nôtre, attendu qu'elle est antérieure à la déposition du „*Haidesand*”, formation sableuse, identique à notre Diluvium sableux. M. Berendt suppose ensuite que cette érosion a été simultanée à une hausse du sol assez considérable, jusqu'à 23 M. au-dessus du niveau actuel de la mer, une érosion fluviale de l'argile à blocs par la Memel (l. c. pag. 57) ayant été constatée jusqu'à cette profondeur au-dessous de la mer. Ce point doit donc avoir été plus élevé; mais nous ne voyons pas qu'il soit nécessaire d'introduire pour cela une oscillation du sol. M. Berendt était encore en 1869 partisan de l'hypothèse de Lyell et devait naturellement supposer cette hausse du sol. Dès qu'on accepte l'hypothèse glacialiste actuelle de Torell., etc., on peut laisser tomber

celle de la hausse du sol avant la formation du premier haff de Tilsit.

Nous différons ensuite de l'auteur allemand dans l'explication de l'origine du *Haideland*. M. B. le considère (1869) en son entier comme dépôt marin, ainsi qu'autrefois nos confrères belges; nous ne voyons là (en grande partie) qu'un simple dépôt fluviatile, très étendu en vérité, et qui a son faciès marin distinct (Système Eemien). La conséquence en est que, selon nous, une submersion au-dessous du niveau de la mer est superflue pour expliquer les dépôts de *Haideland*; ils ont pu se former sur un sol à sec, inondé par les fleuves qui apportent le sable, donc la Memel, e. a. Il en est de même quand on considère ce dépôt comme un produit des eaux de fonte du manteau de glace quaternaire. M. B. accepte ensuite une première période d'abaissement du sol, qui devait naturellement faciliter la déposition du sable dans le cours inférieur de la rivière et sur la côte voisine; cette baisse aurait atteint de 10 à 14 M. au-dessous du niveau actuel de la mer; d'après notre manière de voir un chiffre plus petit aurait suffi. La lagune fut transformée en golfe, les noyaux du cordon furent entièrement submergés et ne formèrent qu'une barre devant le *Golfe* de Tilsit. Nous parallélisons cet état de choses avec la fin de notre première époque d'abaissement, lorsque la *nehrung* de nos provinces marines commença à se former. Notre sable marin ancien de la Hollande Méridionale et Septentrionale était déposé à ce moment.

Cette première baisse du sol fut suivie d'une seconde hausse jusqu'à un minimum de 3 M., chiffre qui s'accorde mieux avec le nôtre (4—5 M.); le principal argument de M. B. est un versant marin escarpé, maintenant submergé et qui a une hauteur de 2,2 M. A mesure que le terrain vint à sec, il se couvrit de forêts et de tourbières, qui s'épaissirent graduellement. On y trouve actuellement des troncs d'arbres debout — tout comme chez nous —, mais à plusieurs pieds au-dessous de la surface actuelle de l'eau. Une conséquence de cette hausse fut l'apparition du cordon au-dessus du niveau de la mer. Il était probablement encore partagé en plusieurs îlots par des passe-bouque et se couvrit bientôt de dunes et celles-ci à leur tour de forêts. Selon M. Berendt, les dunes de la *nehrung* n'ont pas subi de changements importants jusqu'au temps de Frédéric le Grand, lorsque le déboisement par l'homme eut lieu sur une grande échelle. La conséquence naturelle fut leur déplacement vers l'est et l'enterrement de plusieurs villages.

Nous sommes arrivé ici à la seconde époque de baisse du sol, identique à la nôtre, et dont toute notre période historique fait partie. Comme nous l'avons accepté pour notre patrie, elle serait à peu près égale à la hausse pré-

cédente, selon M. Berendt d'au moins 3 M. Les preuves de cette baisse sont en partie les mêmes que celles de la hausse, c'est à dire l'état des tourbières, et en partie des données historiques, qui manquent chez nous. On trouve des rognons et des troncs d'arbres dans les tourbières qui ont une épaisseur moyenne de 3 M., ainsi qu'en dehors de la nehrung, où l'on peut les observer dans des conditions favorables — eau basse et claire et vent d'est. Certainement l'homme a été témoin de cette époque entière, car on a trouvé ses traces: foyers dans les tourbières et à 3 M. au-dessous de la mer, accompagnés d'objets travaillés de succin très nombreux. Pour cette contrée, la baisse s'est continuée jusque dans le siècle précédent, preuve en est le changement de végétation. Il devint de plus en plus difficile et enfin impossible de cultiver des chênes, des frènes et des arbres à fruits aux lieux où ils avaient poussé autrefois en grande quantité. Nous ne connaissons pas de cas semblables dans notre patrie; mais nous ne voyons pas là une preuve que la baisse du sol ait cessé plus tôt. On pourra l'expliquer facilement par l'habileté des Néerlandais à drainer les terres basses, les moulins à vent étant une invention hollandaise, qui ne fut appliquée que beaucoup plus tard dans la Prusse orientale.

Avant de quitter l'ouvrage remarquable de M. Berendt, nous voulons relever le fait que l'histoire du „Kurische Haff”, comme il l'a tracée, est presque entièrement parallèle à celle du nôtre, sauf la première partie et quelques détails, qui sont la conséquence naturelle d'une différence du sol.

Passons au „Frische Haff”, dont l'histoire géologique a été tracée dans le même journal de 1880 par M. A. Jentzsch, sous le titre de „Geologische Skizze des Weichseldelta's.” Il diffère en plusieurs points du „Kurische Haff.” D'abord les formations alluviales en ont comblé une partie importante et se sont avancées jusqu'à la nehrung; ensuite elles consistent pour la majeure partie en argile et en sable de la Vistule; les tourbières n'y occupent qu'un rang secondaire. Tandis que dans le Kurische Haff la nehrung repose sur quelques noyaux de Diluvium ancien, la base de la Frische Nehrung est composée de Haidesand (Diluvium sableux).

Quant à l'origine primitive de la lagune, M. Jentzsch diffère en un point essentiel de M. Berendt, en ce qu'il considère un effondrement local le long de failles comme la première cause de sa formation, et non l'érosion fluviale. Le principal argument qu'il donne (l. c. pag. 178) est que la puissance du Diluvium dans le delta de la Vistule se tient dans les limites ordinaires et est même un peu plus grande qu'ailleurs. Or, il n'est pas très probable que le „Frische” et le „Kurische Haff,”

qui sont si semblables, aient eu à l'origine une histoire géologique tellement différente (abaissement local et érosion fluviale), et de l'autre côté M. Berendt nous dit décidément que l'argile à blocs du delta de la Memel et de la nehrung est l'argile inférieure. La conséquence en est que la puissance totale du Diluvium dans le delta de la Memel doit être bien inférieure à celle du Frische Haff. Enfin, d'après l'explication de M. Berendt, l'association de la rivière et du haff n'est pas accidentelle; d'après celle de M. Jentzsch, elle l'est bien. M. Jentzsch, publiant son traité onze années (1880 et 1869) après M. Berendt, eût bien dû s'occuper de cette question.

Le *Haidesand* (Diluvium sableux) n'atteint qu'exceptionnellement une hauteur de 13 M. au-dessus de la mer; M. Jentzsch accepte par conséquent un abaissement du sol sous le niveau actuel qui correspond très bien au chiffre de M. Berendt (10—14 M.). Pour nous, cette submersion hypothétique est superflue, comme nous l'avons déjà dit ci-dessus.

De nombreux faits contraignent à admettre ensuite une position plus élevée qu'aujourd'hui. On a trouvé des urnes payennes, un foyer, etc., à 2—4 M. au-dessous de la mer et sous la tourbe, accompagnés des rognons d'arbres ordinaires. Enfin la surface des terres elle-même, qui est inférieure au niveau de la mer en plusieurs endroits, nous contraint d'admettre une nouvelle baisse du sol.

L'ouvrage de Meyn: „Geognostische Beschreibung der Insel Sylt und ihrer Umgebung” (Abhandlungen der geologischen Specialkarte von Preussen, 1876), décrit une partie du monde qui présente également beaucoup d'analogie avec nos provinces marines. L'île de Sylt s'est étendue jadis beaucoup plus loin vers l'ouest; une des preuves en est la présence de dunes maritimes sur le plateau de grès miocène haut de 30 M., qu'elles ne pourraient pas atteindre actuellement, la plage étant trop étroite.

La partie méridionale de la longue presque île de Hornum est une plage étendue sur laquelle les dunes n'apparaissent qu'à une distance de 2—3 K.M. de la mer; elles sont entièrement couvertes de végétation. On y observe plusieurs terrasses: d'abord la plage ordinaire, ensuite une seconde — plage à écume (*Schaumstrand*) — qui s'élève à 1½ M. au-dessus de la marée ordinaire et qui est couverte d'objets légers, tels que: coquilles d'huîtres, os de poulpe, bois flottant, lignite, tourbe, etc., et une troisième plage qui surpasse la dernière encore de 1 M. et qui est parfaitement horizontale et parée de pierres plates, que la mer y a jetées pendant les marées de tempête exceptionnelles. Les pierres plus ou moins sphériques s'enfoncent bien vite sous le sable, tandis que les pierres plates dansent facilement sur l'eau et imitent des corps flottants.

Ces différents étages nous rappellent vivement ceux que nous avons distingués dans nos dunes intérieures; l'analogie est rendue encore plus grande par la découverte faite par Meyn, que ces terrasses pénètrent dans les dunes et y forment une vallée ramifiée. Meyn avoue qu'il ne saurait expliquer ce phénomène; nous serions porté à le paralléliser avec celui de nos vallées dunaires.

Il ne parle nulle part d'une hausse de valeur égale qui aurait précédé un dernier abaissement, mais bien d'une hausse plus ancienne qu'il évalue de 30 à 60 M. et qui nous paraît être la même que la première hausse du *Kurische Haff*, évaluée par Berendt à 23 M. minimum, et qui expliquerait la profonde érosion fluviale produite par la Memel. (pag. 43). Comme nous l'avons déjà répété plusieurs fois, l'hypothèse de cette hausse nous paraît superflue; nous admettons cependant pour notre patrie une position bien plus élevée, que nous croyons être originale.

Chapitre III. L'Abaissement du Sol et les Tourbières.

A. L'ABAISSEMENT DU SOL PENDANT LA PÉRIODE DU ZANDDILUVIUM.

Nous avons regardé dans nos Contributions III le Zanddiluvium (Diluvium sableux) en partie comme un dépôt fluviale, apporté par le Rhin et la Meuse et localement par d'autres rivières plus petites et des ruisseaux, qui prennent leur origine dans le Diluvium plus ancien. L'extrémité de ce dépôt se serait formée dans la Mer du Nord et dans l'estuaire, qui est devenu plus tard la partie septentrionale de la Vallée Gueldroise; elle y a enterré une faune marine, assez différente de celle de nos jours et constituant le „*Système Eemien*” de Harting. Comme cette faune se compose d'espèces qui habitent des profondeurs minimales, de quelques mètres tout au plus, sa présence actuelle à des profondeurs plus considérables dénote naturellement un abaissement graduel du sol, qui a d'ailleurs déjà eu lieu dès la première partie de la période pliocène. Un cas tout à fait semblable se présente pour les fossiles; Diestiens et Scaldisiens des forages d'Utrecht, etc. (Contributions I) et d'Amsterdam (Contr. IV).

Or, la rive de la Mer du Nord Eemienne peut être indiquée avec quelque précision entre Utrecht et Amsterdam par l'exécution de quelques forages pour le nouveau canal d'Amsterdam à la Merwede. Nous savons que le S.E. a été constaté sous Amsterdam; son absence dans certaines

localités immédiatement près de la ville peut facilement être expliquée par une érosion ultérieure, puisqu'il apparaît de nouveau plus loin vers l'E.S.E. Il a été constaté entre le „Oosterspoorweg” et la Zuiderzee jusqu'à mi-distance entre les ponts du canal de Muiden et du canal de la Merwede. Au nord du premier de ces canaux les coquilles se trouvent associées à de l'argile marine; au sud, à du sable marin, à une profondeur un peu plus faible (10—19 contre 15—25 M.). Ce chiffre s'accorde très bien avec les résultats acquis par les forages de la Vallée Gueldroise (Contributions III) à l'exception de celui du viaduct du chemin de fer de l'Etat près de Veenendaal, où le niveau coquiller monte jusqu'à 6 M. — A.P. Ici nous ne voulons que signaler cette exception pour nous en occuper plus tard.

La plage Eemienne se trouvait donc à une distance de 2 ou 3 K.M. au N.O. de la petite ville de Weesp, ce qui nous explique pourquoi nous n'avons pu obtenir des renseignements sur les coquilles, ni à Weesp, ni à Muiden ou à Naarden. Ces trois localités se trouvaient alors à sec ainsi qu'Utrecht. Ensuite aucun des forages entre Weesp (ou plutôt voisinage du *Muidertrekvaart*) et Utrecht n'a rapporté de coquilles Eemiennes, coquilles qui ont bien été trouvées par les forages de Harlem, d'Overveen et de Vogelenzang, à l'ouest et au sud de cette ville et à 20—30 M. — A. P. (Comp. la dernière partie de ce travail). La surface du sol à sec s'étendait ainsi probablement assez loin à l'ouest de la ville d'Utrecht; nous ne possédons du moins aucune date relativement aux coquilles Eemiennes au sud de la ligne Muiden—Vogelenzang. Le village de Sloten, près d'Amsterdam, où elles n'ont pas été rencontrées non plus, se trouve sur cette ligne et sur la terre ferme Eemienne.

Toutefois, la même faune a aussi été constatée assez loin vers le sud, par le forage de Blankenberghe, sur la côte belge et à la profondeur de 15 M. — A. P. (Contributions IV. Pag. 52 (18)).

Notre sous-sol s'est même abaissé bien davantage dans la période du Zanddiluvium. Celui-ci a une épaisseur très considérable et est d'après nous (en partie) un dépôt fluviatile, qui ne présente un faciès marin qu'en quelques localités. Or, nous l'avons suivi jusqu'aux profondeurs suivantes ÷ A. P.: Deventer 73 M., Voorthuizen 63 M. (minimum), Zutfen 100 M., (minimum probable) (Contributions III, pag. 144 et 145). Ces différentes profondeurs doivent donc avoir été à sec au moment où le sable s'y déposa, attendu qu'il n'y a aucune trace de fossiles marins. A Deventer et à Zutfen on n'en a pas trouvé un seul; à Voorthuizen, une submersion a eu lieu, pendant laquelle la faune Eemienne s'y

développa. Il serait du moins très étrange que la mer y eût laissé des traces dans la zone de 9,5 à 12 M. ÷ A. P. et qu'elle n'en eût laissé pas une seule ni en-dessous ni en-dessus. Nous expliquons ce phénomène en admettant que la mer y est arrivée par l'abaissement du sol et s'en est retirée par l'alluvionnement, qui faisait plus que contrebalancer l'abaissement de l'estuaire. (Comp. „Quelques Considérations sur le Sable campinien et le Diluvium sableux”. Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, 1888.)

B. LES TOURBIÈRES DES PAYS-BAS ET DE LA BELGIQUE.

Le Diluvium sableux, recouvert en partie des formations plus récentes, ne se montre à la surface qu'exceptionnellement à l'ouest de la ligne Utrecht—Muiden. Il y disparaît sous les tourbières du Vecht, qui occupent avec d'autres, très étendues, une large zone dans les deux provinces de la Hollande Méridionale et Septentrionale. Il en était du moins ainsi autrefois, car on a en maint endroit enlevé la tourbe et drainé les lacs et les étangs qui résultaient de l'action de l'homme et de la nature. Les vagues vinrent facilement à bout d'un matériel aussi peu cohérent et firent naître successivement la Zuiderzee, l'Y, le Lac de Harlem, etc. Le fond de ces anciennes tourbières — maintenant dessèchements — est donc le Zanddiluvium vers l'est, puis l'argile marine bleue très fertile, qui est remplacée à son tour vers l'ouest par du sable marin. Or, c'est ce sable marin qui, en apparaissant à la surface dans la zone des dunes, que nous venons de décrire, constitue une difficulté à résoudre. Il est plus ancien que les tourbières, plus élevé en même temps, et s'oppose à l'hypothèse d'un simple abaissement continué jusqu'à nos jours.

Selon notre manière de voir, la longue période d'abaissement, qui date du moins du Pliocène ancien, aurait été interrompue par une période d'élévation relativement courte. La zone de sable marin avec ses dunes et ses vallées longitudinales, l'ancienne „*Nehrung*,” aurait séparé une lagune, un „*Haff*” de la mer, dans lequel se déposait l'argile marine. Le niveau de la mer était à peu près celui de nos jours ou bien de 1—1,5 M. plus bas, la profondeur moyenne du lac était d'abord de 4—5 M. et fut réduite à 3—4 M. par la déposition de l'argile.

Cette mer intérieure se remplit plus tard de tourbe, ce qui nous force à admettre une hausse correspondante du sol, évaluée à 5 M. environ. Nous voulons suivre cette couche de tourbe dans nos provinces maritimes

et nous occuper ensuite des hypothèses plus ou moins plausibles, imaginées pour rendre compte de sa formation.

La Zuiderzee a été rempli probablement de tourbe avant les terribles inondations du moyen âge. Le dernier vestige de son état original est la petite île de Schokland, dont la surface se compose d'une argile marine récente de 1—1,5 M. d'épaisseur, reposant sur 6—7 M. de tourbe, sous laquelle on a constaté du sable, probablement du „Zanddiluvium”. (Van Diggelen. La Zuiderzee, les „Wadden” frisonnes et la Lauwerzee. Zwolle 1849. holl.).

D'après M. van Bemmelen („Contribution à la Connaissance du Sol alluvial de la Néerlande.” *Natuurkundige Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, XXV, 1886), la surface de l'argile bleue (ancienne argile marine ou saumâtre) se trouve en général à 4,3 M. — A.P. (4—4,8). Elle se retrouve partout dans la formation des tourbières basses (c'est trop généralisé!), a une épaisseur de 1 à 3 M. et repose sur la marne sableuse (ancien sable marin). Le golfe de l'Y a donc été rempli jadis par une couche de tourbe, épaisse d'environ 4 mètres dont la majeure partie a été enlevée par les vagues.

Ensuite notre couche de tourbe se retrouve en Zéelande. M. Seelheim: („Les Forages en Zéelande.” *Natuurk. Verh. Kon. Akad.* XIX, 1879) l'a constatée par une série de forages dans les directions suivantes: I Bors-selen—Goes—Stavenisse, entre 2,85 et 4,85, 2,18 et 3,98, 1,63 et 2,63, 1,63 et 3,63, 2,63 et 4,85 M. — A.P. II. Flessingue—Middelbourg—Veere entre 1,77 et 3,52, 1,5 et 2,5, 2,17 et 3,92 M. — A. P. et III dans son profil VI près de Bors-selen entre 2,25 et 4,25, 2,85 et 3,85, 1,85 et 3,85, 1,85 et 3,35, 3,85 et 4,85, 2,35 et 4,85, 2 et 4 M. — A.P. Les extrêmes des limites supérieure et inférieure sont ainsi de 1,5 et 4,85 M. — A.P., le dernier chiffre s'accordant très bien avec celui de M. van Bemmelen (4,8 M. — A.P.) dans le polder de l'Y. Les petits forages, exécutés à Vlake dans l'île de Zuid-Beveland (Station du chemin de fer de l'État), à Flessingue et à Veere ne sortent pas de ces limites; à Vlake seulement la surface de la tourbe s'élève encore un peu plus haut.

Plusieurs détails intéressants et utiles nous ont été fournis en 1875, par la thèse de M. G. A. van Geytenbeek, intitulée: „Essai d'un Mémoire géologique sur la Province de Zéelande pendant l'Époque actuelle (holl.).” L'auteur s'occupe spécialement de l'île de Tholen près du Brabant Septentrional, où il a réuni des données de forages et en a fait exécuter plusieurs autres pour apprendre l'épaisseur de la couche de tourbe. Nous lui empruntons les détails suivants. Pag. 21. Dans le polder de Scherpenisse, sur la côte méridionale de Tholen, la tourbe (*derrie*) a une

épaisseur de 3—3,70 M. et l'argile inférieure (*spier*) de 2,80—3,20 M. Là où le sondage ne constate pas la tourbe, on a à faire à une ancienne crique qui s'est remplie peu à peu de sable ou d'argile.

Pag. 26. La surface de la tourbe (*derrie*) de la Zéelande se trouve généralement dans un plan horizontal et toujours au-dessous de la basse marée. Les chiffres exacts en sont au-dessous de A. P. 1°. Ile de Walcheren, Veere, 2,17 M.; 2°. Ile de Zuid-Beveland, Borssele 1,92 M.; Yerseke 1,75 M.; 3°. Ile de Tholen, Scherpenisse 2,03; 1,94; 2,06; 1,96; 2,03; 2,08; 2,05; 2,15; 2,10 M. Parfois la surface se trouve bien plus bas, tout près d'un endroit à surface normale. M. van Geytenbeek explique ce fait par l'enlèvement de la tourbe par l'homme, soit pour l'employer comme combustible, soit pour la brûler et pour extraire des cendres du sel marin (brûler du sel, *selbernen*). Les cendres lavées furent jetées à côté et on retrouve encore de nos jours de petits monticules, que les fabricants de verre achètent volontiers. On en voit e. a. à Zierikzee, à St. Maartensdijk et Scherpenisse dans l'île de Tholen et dans plusieurs localités des îles de Zuid-Beveland et de Schouwen. Il y a trois variétés de cette tourbe: la première est jaune, se compose principalement d'herbe et de mousse, ne donne point de charbon et brûle très vite en laissant une cendre jaunâtre. La seconde est noire, contient beaucoup de racines de roseau et de bois, répand une odeur très désagréable (d'hydrogène sulfuré), donne plus de chaleur, laisse des charbons et brûle plus longtemps. La troisième variété enfin est brun-jaunâtre et tient le milieu entre les deux autres.

Passons maintenant à la terre ferme, à la partie occidentale du Brabant Septentrional, qui appartient géologiquement à la province de Zéelande.

M. V. Becker („Le Bloc erratique d'Oudenbosch et son Entourage.” (holl). — Etudes sur les Terrain littéraire, religieux et politique, 1887) a trouvé un petit profil tout près du village d'Oudenbosch. Une couche de tourbe s'y trouve à 0,65 M. au-dessous du sol naturel et a une épaisseur de 0,75 M.; elle renferme un tronc d'arbre renversé et un autre enraciné dans le sous-sol. Avant 1828 les hautes marées inondaient les rues. Le sol, étant rehaussé de 3 mètres et les marées ordinaires montant à Moerdijk jusqu'à 1,40 M. + A. P., les plus hautes jusqu'à 3 M. + A. P., nous pouvons admettre que le sol s'y trouvait à peu près à 2,5 M. + A. P. et la base de la tourbe, par conséquent, à 1,90 M. — A. P. Ce point se trouve tout près de la limite du Zanddiluvium et des terrains alluviaux.

De la Zéelande, on peut suivre la couche de tourbe dans la Flandre Occidentale, où elle a été décrite par Belpaire: „Mémoire sur les Chan-

gements que la Côte d'Anvers à Boulogne a subis, tant à l'Intérieur qu'à l'Extérieur depuis la Conquête de César jusqu'à nos Jours." (Mémoires couronnés en 1826 et 1827 par l'Académie royale des Sciences et belles Lettres de Bruxelles, VI). Elle y est recouverte dans la règle d'une argile marine plus récente, ainsi que dans quelques parties de l'Y et de la Zuiderzee et en Zéelande. Elle se continue jusqu'à Dunkerque, a une épaisseur de 1—3 M., parfois de 4,5 M. et repose sur de l'argile bleue ou sur du sable fin. Près d'Ostende on peut la distinguer en deux couches, savoir: l'*ondermoere* (tourbe inférieure), masse solide et noire, mêlée de racines et de feuilles de joncs et la *bovenmoere* (tourbe supérieure) qui ne contient pas de joncs, mais des fibres ligneuses, qui paraissent être des racines de bruyère. On trouve souvent dans la tourbe des arbres reposant sur le sous-sol; ce sont ordinairement des chênes, mais aussi des sapins et des hêtres. La tourbe et l'argile, qui la recouvre, se prolongent parfois sous les dunes et sous la plage; le même fait s'observe sur la côte de Walcheren.

Belpaire fils a publié une seconde édition du travail de son père, suivi d'un autre de sa propre main: „Alphonse Belpaire. De la Plaine maritime depuis Boulogne jusqu'au Danemark." Anvers 1855. Selon lui, l'épaisseur de la tourbe et celle de l'argile, qui la recouvre, varient entre 1 et 3 mètres; le niveau de la seconde ne dépasse jamais les hautes marées. En construisant les écluses maritimes de Heyst, on trouva la surface de la tourbe égale au zéro d'Ostende (— 2,13 M. A.P.); elle avait une épaisseur moyenne de 1,3 M. et était couverte de 2,7 M. d'argile, de sorte que la surface du sol reste encore 2 M. sous le niveau des très hautes marées (4,7 M. au-dessus du zéro d'Ostende). Il nous donne ensuite quelques renseignements sur les couches alluviales des environs d'Anvers; l'épaisseur de l'argile et de la tourbe, ainsi que le niveau de cette dernière au-dessous du niveau moyen de la mer y sont respectivement de 3 d.M., de ? et de 1,7 M. dans le polder Borgerweert, de 4 d.M., de 1—2 (même 3) M. et de 1,4 M. dans le polder Lillo, où l'argile atteint une épaisseur de 2,5 M. plus près de l'Escaut, et de 1 M., de 1—2 M. et de 0,9 M. dans le polder Ruysbroek près de Boom sur la Rupel.

Sur la rive gauche de l'Escaut, la tourbe mesure dans la règle 1,4 M.; l'argile y est de nouveau le plus épaisse près de la rivière, ordinairement de 2,3 M., plus loin elle diminue jusqu'à 9 à 15 d.M.

A Calloo, on retire de la tourbe d'une profondeur de 5 M.; plus en aval, elle se trouve à une profondeur plus grande encore. Elle repose sur de l'argile bleue ou sur du sable, se compose en majeure partie de

plantes aquatiques et contient à sa base des troncs d'arbres jetés pêle-mêle, des bouleaux, du bois blanc (noisetiers?), des sapins, des hêtres, etc., mais point de chênes. Sa surface est assez égale, balance entre 2 M. et 2,5 M. sous le niveau moyen de la mer; son épaisseur varie entre 1 et 4 M. et peut atteindre 6 M., quand elle alterne avec de l'argile.

De Laveleye (*Affaissement du Sol et Envasement des Fleuves*. Bruxelles 1859), fait également observer que sur la rive gauche de l'Escaut, les polders les plus anciens sont aussi les plus profonds, de sorte qu'il y a une inclinaison marquée vers l'intérieur du pays. La couche de tourbe est très étendue et atteint parfois une épaisseur de 3—4 M.; elle repose sur du sable et de l'argile et contient un très grand nombre de troncs d'arbres, qui sont en partie enracinés dans le sous-sol. Ce sont principalement des sapins, puis des chênes et des noisetiers. La tourbe se continue encore sous la mer; les paysans en creusèrent en 1823 une quantité notable dans la plage entre Nieupoort et Ostende. La mer aussi en jette souvent sur la plage de la Flandre, comme sur celle de Walcheren.

D'après M. Rutot (*Le Puits artésien de Blankenberghe*. Mémoires de la Société belge de Géologie, 1888), la tourbe de Blankenberghe est comprise entre les côtes de — 1 et de — 3 M. (3,13—5,13 M. — A.P.) et est couverte de 1,7 M. de sable et d'argile.

C. L'ABAISSEMENT DU SOL DES PAYS-BAS DANS LES TEMPS HISTORIQUES.

On trouve dans la littérature plusieurs données sur cette question, mais on fera bien d'en isoler celles, qui n'ont rapport qu'à la diminution des côtes. Cette diminution sera favorisée sans doute par l'abaissement séculaire, mais n'en est pas une preuve directe.

Examinons d'abord les phénomènes qui ont rapport aux derniers siècles et qui sont les plus précis. Les observations les plus exactes sont certainement celles de Venema; les conclusions qu'il en a tirées ont été combattues par Staring. Elles ont rapport aux niveaux des polders endigués successivement dans le Dollart et complètent les observations de l'ingénieur allemand Reinhold pour la Frise Orientale. Des deux côtés de ce golfe, les polders les plus récents sont aussi les plus élevés, quoique le niveau de l'argile marine, qui y constitue le sol, ait probablement été à peu près le même au moment de l'endiguement. On pourrait même admettre qu'on endigue plus vite de nos jours qu'il

y a deux ou trois siècles, puisque la technique a fait des progrès considérables, et l'explication la plus naturelle du phénomène est par conséquent l'abaissement séculaire du sol. Les chiffres trouvés par Venema s'accordent assez bien avec ceux de Reinhold; Staring les a copiés dans son principal ouvrage et nous reproduisons sa liste en remplaçant par le niveau d'Amsterdam (A. P.) ¹⁾ le niveau de „haute mer” (volzee V. Z.), qui dans le Dollart, surpasse de 1,3 M. le premier. Les nivellements hollandais ont eu lieu en 1850, les allemands en 1819, et nous obtenons ainsi les chiffres suivants pour l'âge des polders, le niveau de 1850 ou 1819, l'abaissement total et l'abaissement annuel.

Groningue.				Frise Orientale.			
Age.	Niveau.	Total.	Annuel.	Age.	Niveau.	Total.	Annuel.
350	— 0,279 M.	2,05 M.	6,7 m.M.	214	— 0,426 M.	2,197 M.	10,3 m.M.
253	+ 0,25 »	1,52 »	6 »	137	+ 0,672 »	1,098 »	8 »
185	0,32 »	1,45 »	7,8 »	112	0,986 »	0,785 »	7 »
149	0,38 »	1,39 »	9,3 »	24	1,536 »	0,235 »	9,8 »
110	0,82 »	0,954 »	8,7 »	0	1,771 »	0 »	
81	1,06 »	0,716 »	8,8 »				
31	1,51 »	0,261 »	8,4 »				
0	1,76 »	0 »					
			moyenne 8 m.M.				moyenne 8,8 m.M.

Staring s'est opposé à cette explication, toutefois sans la remplacer par une autre, satisfaisante. Il convient que l'abaissement du sol (qui n'est pas engraisé) ne peut pas être expliqué par l'enlèvement des matières anorganiques des récoltes et admet comme cause unique la compression naturelle du terrain, dès qu'il est régulièrement drainé. Certes, cette compression peut amener une descente assez considérable pour la surface d'une couche de *tourbe* de quelques mètres d'épaisseur; mais elle est beaucoup moins considérable pour l'argile et le sable.

Il fait observer ensuite que les terrains qui bordent les polders les plus anciens, tant dans la province de Groningue qu'en Frise, ne portent pas de traces d'un abaissement égal. Pour la partie occidentale de la Frise, ils ne peuvent guère avoir été plus élevés qu'un demi-mètre au-dessus de la pleine mer (V. Z. = 1 M. + A. P. ¹⁾ = 1,5 M. + A. P. et ils se trouvent actuellement à $\frac{1}{2}$ M. au-dessous (= 0,50 M. + A. P.) de sorte que l'abaissement est insignifiant. On peut appliquer des calculs semblables sur les terrains argileux de la Hollande Septentrionale et de la Flandre Zélandaise, où les plus anciens endiguements, qui datent du

¹⁾ D'après Staring. En réalité c'est 1,30 M. — Voyez la page précédente.

treizième siècle, devraient se trouver à environ 5 mètres au-dessous de la „pleine mer”, si l'abaissement s'était continué avec une intensité égale depuis leur séparation de la mer.

M. Van Geytenbeek a, dans sa thèse sus-mentionnée (pag. 50), fait des calculs semblables, qui ont aussi principalement rapport aux polders de l'île de Tholen et dont les résultats en chiffres diffèrent assez de ceux de Reinhold et de Venema. Il traite la question dans son chapitre IV „Situation des Polders”, dont voici le contenu: „La surface de la terre dans les différents polders varie de l'un à l'autre et, en considérant les dates de leurs endiguements, on voit que les polders les plus anciens sont toujours les plus bas. Il n'y a d'exceptions à cette règle que dans les polders qui ont été endigués très peu de temps l'un après l'autre, et on peut expliquer facilement ces petites différences. Il faut en excepter aussi les bancs de sable plus élevés qui se trouvent parfois au milieu des polders argileux et ne considérer que la surface moyenne de la glaise. L'hypothèse de la crue successive du niveau de la mer est rejetée, justement à cause de la différence des chiffres sus-mentionnés. Il en est de même de l'hypothèse de Staring sur la compression graduelle de l'argile par son propre poids et par le labourage. Il est vrai que souvent la couche d'argile est plus mince dans les anciens polders que dans les plus récents (comparez le tableau), mais cela s'explique aussi très naturellement par le fait que la mer dépose plus d'argile en cinq siècles qu'en un seul. Aussi le poids spécifique de l'argile dans les polders d'âge très différents oscille dans des limites très restreintes et exclut tout à fait l'idée d'une compression graduelle. La proportion de grains de quartz, de calcaire et de matières organiques suffit pour expliquer ces oscillations. L'auteur arrive à la conclusion qu'il n'y a aucune autre issue que d'accepter franchement l'affaissement séculaire, et — comme nous venons de le dire — la moyenne qu'il a calculée diffère notablement de celles de Reinhold et de Venema, ce qui rend ses calculs d'autant plus intéressants. Le chiffre, trouvé par Reinhold (Dollart oriental) est de 8,8 m.M. celui de Venema (Dollart occidental) de 8 m.M. et celui de M. Van Geytenbeek de 2,7 m.M. L'auteur rend compte de ce fait en admettant une intensité de l'affaissement décroissante de l'est à l'ouest.

Pourtant nous ne pouvons passer sous silence, qu'on a parfois exprimé des doutes sur l'exactitude des observations et des chiffres de cet auteur. Nous n'avons pu les contrôler et nous les donnons tels qu'ils sont. Il y a du reste encore d'autres contradictions plus ou moins importantes dans toute la question, comme nous allons le voir.

NOM DU POLDER.	Année de l'endiguement.	Niveau actuel par rapport à A. P.	Epaisseur de l'argile.	Poids spécifique.	1874—année de l'endiguement.	Affaissement total M.	Affaissement annuel.
1. Poortvliet	± 750	— 1,10	0,85		±1100	3,22	0,0029
2. Scherpenisse et Westkerke	± 750		0,74	1,74			
3. Oude Land	±1050	— 0,26	1,75	1,80	± 800	2,38	0,0029
4. Middelland	1300		2,59	1,87	574	1,61	0,0028
5. Noordpolder	1339	+ 0,55	2,79		535	1,50	0,0028
6. Uiterst Nieuwland	1416	+ 0,62	3,30		458	0,97	0,0021
7. St. Annaland	1475	+ 1,15	3,12		399	1,10	0,0027
8. Slabbecoorne	1494	+ 1,02		1,87	380	1,07	0,0028
9. Pluimpot	1556	+ 1,05			318	0,72	0,0022
10. Stavenisse	1594			1,80			
11. De Hauwer	1812			1,83			
12. Slikken	1874	+ 1,86					
						Moyenne	0,00267

On trouve aussi dans la littérature étrangère (E. de Beaumont, Lyell, De Laveleye, etc.) des données relativement aux environs d'Enkhuizen, (Holl. Sept.), que le premier paraît avoir empruntées à un auteur hollandais du siècle dernier: L'Épie (Ancien Etat et Condition naturelle actuelle de la Hollande", 1743. holl.). C'est d'abord l'abaissement du niveau dit „Maalpeil" de certains polders. Ceux-ci, étant drainés par des moulins à épuisement, ont chacun un niveau déterminé de l'eau des fossés, et dès que l'eau le dépasse, les moulins commencent à travailler. Or, selon L'Épie, ce „Maalpeil" a été abaissé successivement d'au moins 1,5 M. dans les environs d'Enkhuizen entre 1451 et 1616, ce qui reviendrait à un abaissement annuel de 9,2 M., chiffre qui s'accorde assez bien avec celui de Reinhold pour le Dollart allemand (8,8 M.). Staring remarque à ce propos que l'abaissement du sol du Dollart s'étant continué jusqu'à nos jours (d'après Venema), on devra faire de même pour la Hollande Septentrionale et les polders en question devraient se trouver actuellement à 2 M. plus bas qu'en 1616, ce qui n'est certainement pas le cas. On pourra expliquer en partie ce phénomène par le perfectionnement des moulins à épuisement, qui enlèvent l'eau des terrains bas beaucoup plus vite et plus facilement de nos jours qu'autrefois.

Venema cite des abaissements semblables du „Maalpeil" dans d'autres polders de la Hollande Septentrionale, p.e. „Waard en Groet" 15 c.M. entre 1826 et 1845; „Schermer" 35 c.M. après 1632; „Beemster" 15 c.M. entre 1612 et 1694 et entre 1694 et 1848; „Purmer" 15 c.M. depuis 1627. On remarque tout de suite que ces chiffres diffèrent: pour le „Schermer" et le „Beemster" ils sont le double de celui du „Purmer" et cependant ces trois polders se trouvent dans le voisinage immédiat l'un de l'autre. Quoi qu'il en soit, il y a des phénomènes qui n'ont pas

encore reçu une explication satisfaisante. Il y a des terrains argileux très anciens, dont le niveau n'a que peu changé, à côté de polders anciens, dont la surface s'est notablement abaissée, non-seulement en Groningue et en Frise, mais aussi sur la rive gauche de l'Escaut (De Laveleye) et dans la Flandre Zéelandaise.

Il faudra certainement abandonner l'idée que le sol des Pays-Bas est descendu en son entier et partout également. Dans les dernières époques géologiques cet abaissement a certainement été très inégal et parfois un endroit s'est abaissé et un autre relativement peu éloigné s'est élevé ou est resté stable, p. e. Arnhem (Pliocène supérieur à 85 M. — A. P.) et Winterswijk (Miocène supérieur à 35 M. + A. P.). Peut-être cette inégalité s'est-elle continuée dans la période actuelle et il nous a semblé d'abord que ce sont les parties les plus voisines de la mer qui se sont plus ou moins abaissées, tandis que les terrains plus éloignés de la mer sont restés plus stables. Nous avons du moins été tenté de tirer cette conclusion générale des résultats des nouveaux nivellements très exacts, exécutés sous la direction de M.M. Cohen Stuart, Van de Sande Bakhuizen et Van Diesen (Résultats du Nivellement de l'État 1875—1885, holl.). C'est surtout la seconde partie de ce travail qui nous intéresse et qui contient les valeurs des hauteurs d'un grand nombre de marques fixes. Le premier des chiffres est la hauteur indiquée précédemment, le second est la hauteur mesurée nouvellement; la différence est positive quand le second chiffre est plus petit, négative quand il est plus grand. Or, en parcourant les 400 chiffres donnés dans le tableau, nous avons été frappé du très petit nombre des différences négatives (9) par rapport aux différences positives (283). Le montant de cette différence oscille autour de 0,2 M. et ne sort que rarement des limites de 0,1 à 0,25 M. Les plus grandes différences ont été constatées le long du Zuiderzée, en Frise et dans la province de Groningue. Les plus petites se trouvent dans la Hollande Septentrionale, où les chiffres négatifs tendent encore à les compenser. Un autre groupe de petits chiffres (0,1 M. ou au-dessous) a été trouvé sur la ligne „Naarden — Vecht — Utrecht,” à Kuilenburg, à Asperen — Leerdam et à Gorkum.

Or, il est fort naturel que les nivellements récents diffèrent plus ou moins des nivellements antérieurs, mais il est fort curieux que presque toutes ces différences soient positives, ce qui ne paraît pas être en faveur de l'hypothèse de la stabilité absolue du sol. Toutefois, M. van de Sande Bakhuizen nous a fait remarquer que les fautes systématiques ont certainement joué un rôle dans les anciens nivellements, de sorte qu'il n'est pas permis de tirer une conclusion de la comparaison de ces deux catégories de nivellements.

Espérons aussi que quelqu'un voudra vérifier tous les chiffres qui ont rapport à la question de l'affaissement des polders plus ou moins anciens (niveau actuel, année de l'endigement, niveau d'épuisement abaissé ou non, etc.). Peut-être M. Beekman, qui a si bien mérité en nous faisant mieux connaître le pays des polders, se verra poussé un jour à entreprendre ce travail peu amusant, il est vrai.

Les traces de l'occupation romaine ont de tout temps joué un rôle important dans les discussions sur le mouvement de descente de notre côte. La principale et la mieux connue est la ruine de la forteresse appelée „Brittenburg” („Arx Britanniae”); Arends (l. c.) en parle assez en détail. Elle fut découverte pour la première fois à Noël 1520 pendant une forte tempête de l'O. S. O. (E. S. E.?). L'eau était fort basse, de sorte qu'on pouvait y aller à pied; elle se trouvait à 1200—1300 M. au N. O. du village de Katwijk et resta à découvert pendant deux jours entiers. Les murailles avaient encore une hauteur de 2,5 M. En 1552, la ruine fut visible une seconde fois et avait encore une hauteur de 6 d.M. En 1562, elle fut visible pendant trois semaines (?), ensuite en 1570, 1588, 1662, 1666, 1672 et 1696, lorsqu'on en retira encore des médailles d'Alexandre Sévère et de Septime Sévère (195—220). Le 27 Octobre 1752 et en 1775 on l'a vue pour la dernière fois; les murailles avaient entièrement disparu et il n'en restait que les pilotis des fondements. La distance de la côte actuelle est évaluée par Staring à environ deux kilomètres.

Les gazettes hollandaises du 16 Novembre 1888 mentionnent une marée exceptionnellement basse du jour précédent. La mer se retira à Katwijk jusqu'à 1,56 M. — A. P. (la basse marée ordinaire descend jusqu'à 0,72 M. — A. P.), mais on ne put rien découvrir des ruines du Brittenburg. Il en a été de même le 12 Février 1871, lorsque la mer avait atteint le niveau de 2 M. — A. P. En admettant donc 2 M. — A. P. pour niveau minimal actuel des fondements et 1 M. + A. P. pour niveau minimal du temps de la fondation (les marées ordinaires montent à Katwijk jusqu'à 0,86 M. + A. P., les marées extraordinaires jusqu'à 3 M.), nous aurions à faire à un abaissement du sol depuis le troisième siècle de 3 M. minimum.

Le „Brittenburg” est ainsi bien constaté; il n'en est pas de même d'une autre forteresse romaine, la „Tour de Caligula,” qui est beaucoup plus légendaire. Nous empruntons encore les détails suivants à Arends. Elle se trouverait à une distance de 2,5 K.M. (une demi-heure) à l'ouest du Brittenburg. Pendant des marées très basses, les pêcheurs peuvent

sentir les murailles au moyen de longs bâtons. La mer y a une profondeur de 18 mètres et la partie supérieure des murailles a été sentie à 4,5—5 mètres. On n'en a pourtant rien rapporté, ni médailles, ni pierres avec inscriptions, de sorte que l'opinion, que cette ruine a été un phare érigé par Caligula ou bien une tour en l'honneur de sa prétendue victoire sur les Bretons, n'est pas fortement fondée.

Staring ne veut pas admettre ces ruines comme une preuve de l'abaissement du sol, puisque à Katwijk les marées exceptionnellement basses descendent jusqu'à 1,5 M. — A.P., donc peu au-dessous de la surface actuelle des polders voisins. Il oublie pourtant que les premières habitations de la Hollande ont toujours été bâties sur les terrains les plus élevés et que les Romains n'auront certainement pas choisi pour bâtir un terrain, qui serait très bien habitable de nos jours, mais ne l'était assurément pas dans un temps où les moulins à épuisement étaient encore inconnus (ils n'ont été introduits qu'en 1452) et où les digues (si les Romains en ont construit) étaient certainement assez faibles. En outre, le Brittenburg n'est pas un fait isolé, mais un chaînon dans toute une série de phénomènes.

En Zélande nous rencontrons un pendant de cette ruine dans le temple de Néhalennia non loin du village de Domburg. Nous consultons de nouveau Arends pour les détails. Le temple fut découvert le 5 Janvier 1647; en 1705 on put en voir le fondement en son entier et à 4000—4500 M. à l'ouest du village de Domburg. D'après ses restes, ce n'était qu'un bâtiment en bois avec un pavé et des fondements en pierre. Le sol était de la tourbe dans laquelle un grand nombre de troncs d'arbres étaient enracinés. Les médailles romaines sont intéressantes à cause de leur date; les plus récentes sont de 270; depuis lors le temple devint inaccessible. Laveleye en conclut que le sol serait descendu de 6—7 mètres (des plus hautes aux plus basses marées) en 1470 années, ce qui reviendrait à une descente annuelle de 4—5 m.M. (l'amplitude ordinaire des marées à Westkapelle dans l'île de Walcheren est de 3,23 M., celle des marées d'équinoxe est de 5,88 M.).

Les antiquités romaines sus-mentionnées trouvent un pendant dans celles de la Flandre belge à l'intérieur des dunes. Les tourbières n'y arrivent pas à la surface du sol comme dans la province de la Hollande Méridionale, mais sont couvertes d'une couche d'argile marine (remplacée parfois par du sable) qui a en moyenne de 2 à 3 M. d'épaisseur. Or, d'après les historiens romains — César, Pline, Strabon — cette partie de la Flandre Occidentale n'était qu'un terrain marécageux, couvert d'épaisses forêts. La tourbe y formait par conséquent la surface naturelle du sol

et devait se trouver à un niveau plus élevé qu'aujourd'hui. Quand même la mer ne pouvait pas inonder cette plaine, puisqu'elle était protégée par la chaîne des dunes, située plus loin vers l'ouest qu'aujourd'hui, la tourbe ne pouvait pas avoir le même niveau que de nos jours. Il n'y aurait eu alors pas de plaine couverte de forêts, mais un lac d'eau douce, qui ne pouvait pas se drainer, justement à cause de ces mêmes dunes qui le protégeaient contre les inondations de la mer. Or, dans la partie inférieure de cette argile marine, on a trouvé en plusieurs endroits des médailles romaines, dont les plus récentes sont de Posthume en 267 et de Quintillus en 270. L'historien Eumène dit que la mer n'avait pas encore envahi les marais de la Flandre vers la fin du troisième siècle (Gosselet). Nous pouvons donc accepter l'an 300 comme le commencement des inondations en Flandre, causées par une rupture de la chaîne des dunes et l'affaissement séculaire.

On a aussi trouvé dans la tourbe même des antiquités gauloises jusqu'à 0,75 M. de profondeur et d'autres en pierre polie, qui sont notablement plus anciennes. A ces trouvailles se joignent plusieurs autres faits, auxquels il est impossible d'assigner une date quelconque, savoir des traces du travail de l'homme à une profondeur de plusieurs mètres sous le niveau de la mer.

D. L'ABAISSEMENT DU SOL DES PAYS-BAS DANS LES TEMPS PRÉHISTORIQUES.

D'après Arends, on a creusé en 1817 dans le village d'Usquerd, dans le nord de la Groningue, un puits d'une profondeur de 6,8 M. On traversa de la terre végétale, de l'argile, de la tourbe et du sable marin, dans lequel on rencontra à 6 M. de profondeur des planches de chêne travaillées, ainsi au-dessous de la tourbe. Le niveau artificiel du sol étant de 1,96 M. + A. P., les traces d'industrie humaine se sont ainsi trouvées 4,04 M. — A. P.

En 1845 on a trouvé dans l'Eyerland, moitié septentrionale de l'île de Tessel, de la tourbe à 4 M. de profondeur et dans celle-ci des ossements humains (Arends, Venema).

En 1835 on a trouvé au Helder, à une profondeur de 5 M., des traces évidentes que le sol y avait été habité, du bois rude et travaillé et des coquilles d'œufs. (Acker Stratingh, Venema).

Les faits purement physiques rentrent encore en partie dans la période historique. Ce sont principalement la présence de forêts submergées et de couches de tourbe à une profondeur plus considérable que d'ordinaire et recouvertes de dépôts marins.

D'après Venema (L'Abaissement des Côtes septentrionales, holl.) on trouve dans le Dollart, dans les canaux dits „Dwarsgat” et „Sparregat” des troncs d'arbres au-dessous des basses marées et en 1833 on en a retiré trois du fond de la mer au nord de l'île de Borkum.

Selon le même auteur (Oldambt), la base de la tourbe se trouve à Nieuwolde dans la Groningue, de 6—7,7 M., à Finsterwolde de 5,8 M. à 6,4 M. et à Wedde à 5,5 M. au-dessous de A. P. On y trouve des noisettes et des semences brunes et plates (Iris?).

D'après Van Diggelen (l. c.), le sol des „Wadden” contient aussi des couches de tourbe. Il en est de même du fond de la mer en dehors des îles, où il renferme des troncs d'arbres enracinés dans le sol avec des ossements de cerfs, de cochons, etc.

Arends (l. c.) cite des faits analogues à une distance de 5—7,5 K.M. au nord de l'île de Tessel, ainsi que dans le banc de sable appelé „Haaks” au sud-ouest de cette même île, où les pêcheurs retirent de la mer des racines et des troncs d'arbres jusqu'à 10 K.M. de la côte. Il en est de même à l'ouest de Katwijk entre les ruines du „Brittenburg” et de la mystérieuse Tour de Caligula qui se trouverait à 7 K.M. de distance de la côte (4,5 K.M. d'après Staring).

E. FORÊTS ET TOURBIÈRES SUBMERGÉES DANS LE N. O. DE L'ALLEMAGNE ET DE LA FRANCE.

Les forêts submergées ont de tout temps attiré l'attention. Meyn (l. c.) en cite plusieurs du fond de la mer peu profonde près de l'île de Sylt. L'ancienne extension de cette île vers l'ouest est prouvée par la tourbe sous-marine, appelée „*Tuul*” par les habitants, et dont la mer jette des gros morceaux sur la côte pendant les tempêtes. Elle contient des troncs de chênes, de bouleaux, d'aunes, des cônes de pins, des noisettes, etc. Tous ces arbres n'ont pu croître que protégés contre les vents de la mer et sont donc une preuve d'une terre plus ou moins élevée vers l'ouest, peut-être de dunes. Meyn dit en outre expressément, ainsi que Berendt et Jentsch (l. c.), que tel ou tel cas isolé de tourbe sous-marine pourrait bien être expliqué d'une autre façon, mais que c'est *l'ensemble* de tous ces faits qu'il ne faut point perdre de vue et qu'il est impossible de bien expliquer cet *ensemble*, sans accepter des tourbières et des forêts étendues qui furent plus tard submergées.

Ce n'est pas seulement en Angleterre et en France qu'on a constaté que ces rognons étaient enracinés *dans le sable* marin sous la tourbe, mais aussi près de l'île „Hallig Oland.” Pendant la construction du

port de Husum en Schleswig, on a découvert à 3 M. sous le niveau de la mer une forêt de bouleaux, enracinés dans le sable sous la tourbe, et dans ce bois, un tumulus contenant des armes de silex. En conséquence, Meyn évalue la dernière baisse minimale de cette partie de l'Europe à 3 M. (Sylt, etc.) jusqu'à 9,5 M. (Bornholm).

De l'autre côté de la péninsule cymbrique, M. Geinitz (*Zeits. deutsch. geol. Ges.* 1883) cite des faits analogues. La tourbe se prolonge sous les dunes de Warnemünde dans le Mecklenbourg et même dans le fond de la mer. Celle-ci jette parfois sur la plage de gros morceaux de tourbe, mesurant plusieurs mètres cubes.

Ils contiennent des troncs de chênes, de bouleaux, de hêtres et de sapins. Geinitz les considère également comme une preuve de submersion dans un temps géologique relativement récent; il croit même que ce coin de la Baltique pourrait avoir formé un passage à sec entre la Suède et le nord de l'Allemagne. Cette submersion séculaire est donc suffisamment prouvée, mais Geinitz la considère comme arrêtée du moins depuis 1826. Les mesures directes du niveau de la Baltique entre 1826 et 1879 n'ont constaté aucun changement.

Dans un petit travail plus récent (*X. Beitrag zur Geognosie Mecklenburgs. Archiv für Naturgeschichte Mecklenburgs*, 1888) le même auteur fait mention d'observations très intéressantes faites dans le voisinage immédiat de la ville de Rostock. Celle-ci est bâtie dans un angle droit formé par la rivière de la Warnow, qui n'est pas très large en amont, mais bien en aval de la ville. Son cours inférieur est en disproportion avec la quantité d'eau du cours supérieur. Or, celui-ci est en partie dans un terrain tourbeux couvert de prairies, qui a exactement la même largeur que le cours inférieur et n'est rien d'autre qu'une ancienne vallée remplie de tourbe, dans laquelle la rivière a creusé ou conservé son lit étroit. Or, il a été prouvé par une centaine de forages que cette tourbe y descend jusqu'à 14 mètres au-dessous du niveau de la Baltique, et comme elle n'a pu se former à cette profondeur où l'eau de la mer aurait entrée libre, il s'en suit qu'elle est la conséquence d'un abaissement du sol à peu près égal.

De l'autre côté de notre patrie, c'est surtout aux observations de Chèvremont dans le golfe Normanno-Breton ou de Saint-Michel que nous devons une série de faits sur le même sujet. Nous ne voulons citer que ceux qui permettent d'évaluer en chiffres la dernière submersion séculaire.

1°. On a observé en 1878 sur la côte bretonne du golfe, près du village de Rochebonne, pendant une marée très basse, plusieurs arbres

enracinés dans le sable. L'amplitude des marées d'équinoxe y est de 13 M., de sorte que ce chiffre est le montant de la submersion, en supposant que le sol de la forêt ait été au-dessus des très hautes marées.

2°. Il est connu par les archives, que dans les temps historiques le bétail broutait dans les forêts submergées de Saint-Ouen, Sainte-Brelade et Saint-Aubin. Elles forment actuellement des baies sur les côtes occidentales et méridionales de l'île de Jersey et sont couvertes de 10,6 M. d'eau pendant les hautes marées; l'abaissement séculaire y serait donc égal à 11 M. en minimum.

3°. La forêt de Bricqueville, sur la côte occidentale du Cotentin (Normandie), est couverte de 6 M. d'eau pendant les hautes marées et de 14 M. à une plus grande distance de la côte. Les arbres y sont bien certainement enracinés dans le sol, qui est composé de tourbe et de terre végétale. Ce sont principalement des bouleaux, des chênes et des châtaigniers.

4°. La forêt de Scissey, dans la baie du Mont Saint-Michel, se trouve encore en partie sur la plage et dans le marais au sud-ouest de Granville. Il y avait encore en 550 des couvents, dont le nombre diminuait pourtant à cause des inondations. Selon Chèvremont, la forêt s'étendait du côté de la mer jusqu'à une distance de 27 K.M. du Mont Saint-Michel. On y trouve une série de falaises à une profondeur de 10 M. au-dessous du niveau de la mer. L'amplitude des marées d'équinoxe étant de 13 M., la submersion peut être évaluée à 16—17 M.; elle aura probablement commencé bien avant la date mentionnée.

5°. Près de Granville, à l'entrée de la baie du Mont Saint-Michel, se trouve l'archipel Chausey, composé d'une cinquantaine de falaises de granit, visibles pendant les basses marées. En 550 elles formaient encore une seule île. On y a découvert plusieurs monuments mégalithiques, des pierres polies, mais aussi des monnaies gauloises. Jusqu'en 1343 il y avait dans l'île un couvent, qui fut abandonnée bientôt après. Nous pouvons encore évaluer l'abaissement à 13 mètres.

6°. Sur la côte orientale du Cotentin se trouve le marais de Carentan. La couche de tourbe y a une épaisseur de 20 M. et est couverte par du sable marin ou de la *tangue* (marne sableuse), épaisse de 3 M. On pourrait donc évaluer à 23 M. la submersion pour ce point de la côte.

Il n'est pourtant pas certain que la tourbe couverte de tangue ait également cette puissance considérable et qu'elle appartienne en son entier à un même étage géologique. Le montant de la submersion ne sera pourtant pas de beaucoup inférieur au chiffre sus-nommé.

7°. Près de Dol, sur la baie du Mont Saint-Michel, il y a alternance de couches marines et d'eau douce. Il y a d'abord la tange entre 6,9 M. et 4,4 M. au-dessus du niveau moyen de la mer. Ensuite de la tourbe jusqu'à 0,35 M. au-dessous de ce niveau, où elle repose sur des dépôts marins. Cette tourbe contient des troncs de chênes et est la même que celle de la forêt de Scissey.

En suivant le même calcul, nous aurions ici une submersion minimum de $13 : 2 + 0,35 \text{ M.} = 6,85 \text{ M.}$ ou 7 M.

8°. En 1846 on trouva, en creusant le port de Saint-Servan près de Saint-Malo, un cimetière gaulois contenant des ornements et des monnaies. Il reposait sur un cimetière préhistorique et était couvert de 6 M. d'eau pendant les hautes marées; ce chiffre indique le minimum de la submersion dans les temps historiques.

9°. En 1822 on a découvert une chaussée romaine des deux côtés du Mont-Saint-Michel, pavée de grandes pierres plates et couverte de 3 M. de sable marin. Supposant que le pavé a dépassé de 1 M. le sol naturel, Chèvremont évalue le minimum de l'abaissement à 4—4,5 M. Il ne dit pourtant pas que le sable se trouve au niveau des hautes marées, de sorte que l'abaissement pourrait très bien être évalué à 15 M. p. e.

10°. Le plateau des Ecrehous, au N. O. de Jersey, a été habité autrefois; il est maintenant entièrement sous l'eau, à l'exception de quelques falaises. Il n'a été séparé de Jersey qu'en 1203 et était alors une île bien peuplée. Pendant les marées basses, on peut y voir les ruines d'une chapelle et les traces de roues (?) dans les rochers. Cela nous conduirait à un abaissement du sol de 12—13 M. en six siècles et demi, chiffre exceptionnellement élevé.

11°. Sur la côte septentrionale de la Bretagne on a découvert près de Morlaix, dans l'embouchure de la rivière, une fontaine construite en pierres colossales et à une profondeur de 1 M. sous le niveau (moyen?) de la mer. La submersion serait ici égale à $13 : 2 + 1 = 7-8 \text{ M.}$ en minimum.

M. Noury ajoute, dans sa „Géologie de Jersey,” quelques détails à ceux de Chèvremont sur la forêt submergée de la baie de Saint-Ouen, dont une partie dans le golfe secondaire d'Etacq n'aurait été détruite qu'en 1356. Pourtant il y avait déjà en 1274 un port à Etacq. ce qui paraît en contradiction avec la présence de la forêt. M. Noury écarte cette contradiction en supposant que la forêt croissait sur une partie basse de la côte, qui était protégée contre les hautes marées par des falaises ou des dunes. Elle aurait pu participer de cette manière à l'abais-

sement séculaire, jusqu'à ce que la mer rompit la chaîne des dunes et put détruire la forêt entière pendant une seule tempête.

Le cimetière préhistorique de Saint-Servan et la fontaine en pierres colossales de Morlaix, cités par Chèvremont, ont leur pendant dans l'île de Jersey dans le monument mégalithique submergé de la baie de Saint-Aubin.

D'après M. Noury, la submersion n'aurait commencé que vers l'an 300 et n'aurait pas été interrompue par une émergence temporaire, supposée par M. Gosselet. Les phénomènes observés à Jersey ne fournissent pas la preuve de cette émergence; au contraire M. Noury laisse la submersion se continuer jusqu'au quinzième siècle; dès lors le sol serait resté stable. L'argument principal de M. Noury pour assigner l'année 300 au commencement de la submersion est la trouvaille des monnaies romaines de la seconde moitié du troisième siècle, que nous avons mentionnées, Pag. 60. Pourtant cette date n'est pas le commencement de la submersion totale, puisque les monnaies, etc. ont été trouvées sur une couche de tourbe, épaisse de 1 à 2 mètres, dont la base n'a pas pu avoir été formée à une telle profondeur. Cette tourbe est en soi déjà une *preuve* de l'abaissement du sol.

Chapitre VI. Formation des grandes Tourbières.

A. HYPOTHÈSES DES DIFFÉRENTS AUTEURS.

Depuis un demi-siècle environ, plusieurs auteurs ont tâché de se rendre compte de la formation de cette couche de tourbe relativement épaisse et située à un niveau aussi bas. C'est cette dernière circonstance qui rend la solution du problème assez difficile; quelques auteurs ont trouvé qu'il était indispensable de supposer un abaissement du sol, d'autres ont cru pouvoir se tirer d'affaire d'une autre manière.

Examinons d'abord les hypothèses des derniers, parmi lesquels se trouve Staring.

Celle d'Antoine Belpaire date de 1827 (l. c.) et n'est citée ici que comme curiosité historique

Belpaire comprend très bien que la tourbe ne pourrait se former dans une eau profonde de 4,5 M., salée ou non; mais ne connaissant probablement pas les oscillations séculaires du sol, il a recours à un petit cataclysme. Celui-ci aurait abaissé tout à coup le niveau de la mer, de sorte que les bancs de sable de la côte vinrent à sec et rendirent

possible la formation des dunes. Celles-ci suffirent à empêcher l'eau de la mer de recouvrir son ancien lit, de sorte qu'un bassin, rempli en partie d'eau salée, se sépara de la mer. L'eau s'en évapora et la pluie lessiva peu à peu le sol (l'auteur ne nous dit pas où restait cette eau lessivante; d'après nous, il eût facilement pu admettre que le cataclysme produisit une vallée entièrement sèche et profonde de 4,5 M.). Il se forma ensuite dans ce bassin des marais et des tourbières qui devinrent de plus en plus épaisses, jusqu'à ce qu'enfin la mer rompit la chaîne de dunes, détruisit une partie des tourbières et en recouvrit une autre de l'argile marine qui forme actuellement les polders de la Flandre.

Belpaire fils (l. c.) n'a pas voulu rejeter complètement l'hypothèse insoutenable de son père, mais il a tâché de la rendre plus acceptable et a fait en même temps des observations intéressantes. Il abandonne la vallée à sec de son père et suppose un lac d'eau douce séparé de la mer par la chaîne des dunes et ayant une profondeur d'environ 4 M. en Flandre et de 6 M. en Hollande. Comme il se déchargeait plusieurs rivières dans ce lac, la chaîne des dunes a dû avoir plusieurs ouvertures, par lesquelles l'eau douce s'écoulait et l'eau de la mer entraît pendant le flux. Comme les marées ont une amplitude d'environ 4 M. sur les côtes de la Belgique, il y avait parfois entre l'eau douce et l'eau de la mer une différence de niveau de 2 M., qui devait naturellement causer un assez fort courant et un élargissement des passe-bouque et rendait l'eau intérieure peu à peu saumâtre. Un cas plus favorable devait se présenter, lorsque les ouvertures étaient plus vers le nord, p. e. au Helder, où l'amplitude des marées est très faible. La plus grande difficulté est d'expliquer la végétation dans ce lac d'eau douce ou saumâtre assez profond. La seule explication possible ce sont les îles flottantes qui se développent dans les parties les moins profondes et se déplacent facilement. Elles s'agrandissent d'abord par les restes de végétaux, puis par la déposition de glaise, et peuvent arriver à combler le lac en son entier.

Belpaire cite plusieurs exemples bien constatés de pareilles îles flottantes, e. a. une près de Gerdau en Prusse, qui porte un troupeau d'une centaine de brebis. Dans tout son traité, Belpaire ne se prononce pourtant jamais contre un affaissement du sol; il évite seulement de se décider dans tel ou tel sens, de même que lorsqu'il s'agit de savoir si les arbres à la base de la tourbe sont enracinés dans le sous-sol ou non. La lecture de ce traité a fait sur nous l'impression qu'Antoine Belpaire se serait prononcé en faveur de l'abaissement du sol, s'il eût été libre, mais qu'il a été retenu par piété pour le travail de son père, qu'il n'a pas voulu désapprouver.

Henri Debray(„Etude géologique et archéologique de quelques Tourbières du Littoral flamand et du Département de la Somme”. Paris 1873) est aussi partisan du lac d'eau douce, séparé de la mer par les dunes, et qui se serait rempli peu à peu de tourbe. Il ne fait pourtant que mentionner son opinion sans l'appuyer par des arguments, et n'accorde au lac qu'une profondeur de 3 M.

Staring était du même avis, comme nous l'avons déjà dit; il paraît pourtant avoir hésité parfois et est en contradiction ostensible avec soi-même. Le point cardinal de la question est pour lui de savoir si les troncs d'arbres de la base de la tourbe sont enracinés dans le sous-sol ou non. Il a très bien senti que, s'ils le sont, il est absolument impossible de nier l'abaissement du sol, et il cherche à plusieurs reprises à prouver que cela n'est qu'en apparence. Pourtant il dit (B. v. N. I. Pag. 70) qu'après le dessèchement du Lac de Harlem „on a trouvé à l'est du village de Heemstede toute une forêt de troncs de bouleaux et de chênes. Le sol y était de sable, couvert de deux décimètres d'argile marine et d'un peu de tourbe, dernière trace de la couche de 4 mètres qui y était autrefois. Les rognons étaient *enracinés dans le sable* et les troncs gisaient à côté”.

Il se prononce dans le même sens à une autre occasion (L'Affaissement du Sol en Neerlande, considéré du Point de vue de la Géologie (holl.)”. Rapports et Communications de l'Académie royale des Sciences, 1855), où on lit les mots suivants (Pag. 159): „On ne saurait nier que les rognons *sont enracinés dans le sous-sol*, qui doit par conséquent avoir été au niveau de la basse marée; quand la différence (de niveau) est très faible, on pourrait l'expliquer en supposant que les terrains étaient drainés pendant les marées très basses” (au moyen d'écluses préhistoriques?) „on les trouve cependant jusqu'à 4 mètres de profondeur, *enracinés dans l'argile et le sable*, ce qui n'est pas suffisamment expliqué pour le moment”.

Néanmoins, il répugnait tellement à Staring d'accepter cette oscillation, qu'il tâche à deux reprises et dans le même livre de prouver le contraire. Ainsi nous lisons (B. v. N. I., Pag. 74): „On ne peut expliquer que de deux manières la présence des rognons à une profondeur de 2—3 M. au-dessous de la plus basse marée de la côte voisine. On peut d'abord admettre que les rognons ne sont *enracinés qu'en apparence dans le sous-sol*, que les arbres ont crû sur la tourbe et que les rognons se sont *enfoncés* peu à peu à travers la tourbe, ou bien que la tourbe a été enlevée par les vagues, comme dans le cas du Lac de Harlem, de sorte que les rognons ne sont qu'*empêtrés dans*

le sable de dessous. Une autre explication est que le sol s'est abaissé, après que les forêts y ont végété". Il rejette complètement cette alternative en disant (B. v. N. I. Pag. 365): „en desséchant le Lac de Harlem, on a trouvé une forêt submergée dont les arbres *paraissaient être enracinés* dans le sable marin qui forme le fond de ce lac et qui ne peut naturellement pas avoir porté des arbres dans cet état" (c'est logique!). „Le sable marin ou le fond de la mer aurait dû être formé dans la profondeur et s'être élevé ensuite, puis aurait porté une forêt, pour descendre finalement encore une fois, explication qui est notablement plus invraisemblable que celle, qui accepte l'enlèvement par l'eau de la tourbe sur laquelle ces arbres ont végété."

De même que Belpaire fils, Staring a recours aux îles flottantes (*drijfkillen, kraggen*) pour rendre compte du remplissage du lac par la tourbe. On pourrait admettre en effet qu'il s'en soit formé dans les parties les moins profondes, p. e. près des rives, dont elles se seraient détachées, qu'elles auraient ainsi couvert peu à peu les parties plus profondes; qu'elles auraient augmenté en épaisseur et comblé le lac entier. Tout cela n'est certainement *pas absolument impossible*, mais bien *très improbable*. Il devrait se présenter toute une série d'évènements favorables, qu'on n'observe pas dans la réalité.

C'est encore Staring lui-même qui a fourni un sérieux argument contre sa propre hypothèse en constatant (B. v. N. I. Pag. 36) l'absence de toute végétation et d'îles flottantes dans le Lac de Harlem. Pourtant ce lac n'était qu'une très petite partie du lac hypothétique situé derrière les dunes, et la formation des îles flottantes devient naturellement d'autant plus difficile à mesure que l'eau est plus profonde et sa surface plus étendue et par conséquent plus agitée.

Parmi les auteurs qui admettent un abaissement du sol, nous avons d'abord Arends (l. c. 1835), dont nous parlerons plus tard, puisqu'il ne s'est pas occupé spécialement de la question des tourbières. Ensuite il y a De Hoon, („Mémoire sur les Polders de la Rive gauche de l'Escaut et du Littoral belge". Mémoires couronnés in 8° de l'Académie royale de Belgique, 1852), qui a en vue la couche d'argile marine sur la tourbe plutôt que cette tourbe elle-même.

Le principal défenseur de cette hypothèse est Venema, qui ne donne pas seulement son opinion, mais l'appuie aussi de bons arguments. Il ne s'occupe pourtant qu'en seconde ligne de l'épaisse couche de tourbe et relève spécialement le fait que les arbres de la base étaient réellement enracinés dans le sous sol, e. a. dans le Lac de Harlem près de Heemstede à — 3 M. A. P., et dans le Polder-Sophie près d'Aardenbourg

dans la Flandre hollandaise à 2,7 M. au-dessous de la surface. Il insiste aussi sur ce que ces rognons d'arbres enracinés détruisent l'hypothèse des îles flottantes, qui auraient d'ailleurs très bien pu se former dans un petit lac sans courant, mais non dans le lac situé derrière les dunes, qui était traversé par les rivières et était en communication avec la mer.

De Laveleye aussi (l. c.) ne traite la question des tourbières qu'en passant. La tourbe a parfois une puissance de 3—4 M. et repose sur du sable ou de l'argile avec un grand nombre de rognons d'arbres renversés ou encore *enracinés dans le sous-sol*.

Il en est de même de M. Beekman dans ses deux ouvrages bien connus („La Néerlande comme Pays des Polders” et „La Lutte pour l'Existence”). Il mentionne à plusieurs reprises des troncs d'arbres enracinés dans le sous-sol des tourbières, tant en Zéelande qu'en Hollande et dans la province de Groningue, jusqu'à 7 M. au-dessous de la basse marée. C'est surtout dans le second ouvrage qu'il admet l'abaissement séculaire du sol, toutefois en laissant les îles flottantes contribuer à la formation de la couche de tourbe. Nous ne voulons pas les exclure entièrement, mais nous nous opposons seulement à l'hypothèse de Staring, qui leur a assigné un rôle beaucoup trop important.

B. LA TOURBE PLUS ANCIENNE ET PLUS PROFONDE DE LA HOLLANDE.

Jusqu'ici l'état des choses n'est pas trop compliqué, quoiqu'il présente plusieurs difficultés, que nous n'avons pas encore été en état de résoudre complètement; nous les réservons pour plus tard. On aura pourtant remarqué la présence de traces de végétation des deux côtés des Pays-Bas et à une profondeur bien plus notable que celle dont nous nous sommes occupé jusqu'ici. M. Geinitz (l. c.) a trouvé, près de Rostock dans la vallée de la Warnow, de la tourbe à 14 mètres au-dessous du niveau stable de la Baltique, et, dans le golfe Normanno-Breton, Chèvremont a constaté un abaissement assez considérable, au moyen de forêts submergées et de couches de tourbe à une profondeur de 11 à 17 et même 23 mètres au-dessous des très hautes marées. On se demande s'il n'y a pas de cas analogues dans les Pays-Bas. Sauf un passage de Staring (B. v. N. I. Pag. 56), qui rappelle la couche de tourbe de Schiedam d'une épaisseur anormale de 7 mètres, et l'attribue au remplissage d'un ancien lit de rivière (la soi-disante Meuse), nous n'avons dans la littérature hollandaise qu'un seul travail, qui fixe plus spécialement l'attention sur la tourbe plus profonde. C'est la: „Note

en Rapport avec le Forage projeté près d'Amsterdam". (Journal de l'Institut royal des Ingénieurs (holl.) 1888—1889) de M. Badon Ghyben. Longtemps auparavant, en 1852, Harting, dans son „Sol sous Amsterdam", avait déjà fait mention d'une mince couche de tourbe dure et sèche, plus ou moins mêlée d'argile, qui se rencontre sous Amsterdam dans différents forages à 10,4—11,3 M. et à 12—12,9 M. — A. P., et qui se compose, du moins en partie, de plantes terrestres. M. Badon Ghyben a suivi cette couche à l'est, où elle est couverte d'abord de l'argile bleue marine et plus loin, vers le Vecht, de la masse principale de tourbe, dont elle se distingue souvent. Vers le nord, cette même couche a été suivie jusqu'à 18 et 19 M. — A. P.; près de Purmerend elle paraît se relever ensuite plus loin; elle descend également vers l'ouest, où elle a été constatée à 19 M. — A. P. par un forage pour les écluses maritimes d'IJmuiden. M. Badon Ghyben considère cette couche comme une ancienne surface de terre ferme (donc une tourbe de marais), qui constituerait la limite entre le Diluvium sableux et les dépôts alluviaux. Nous sommes aussi de cet avis quant au premier point, et en partie quant au second.

Comme nous avons déjà rassemblé les rapports d'un assez grand nombre de forages dans les deux provinces de Hollande, lors de la publication du traité sus-nommé, et comme l'épaisseur de la tourbe plus considérable qu'on ne le croit d'ordinaire nous avait aussi frappé, nous avons continué nos recherches dans cette direction et donnons (Planche II) un tableau d'un certain nombre de ces forages. Comme c'est la tourbe qui nous intéresse en première ligne, nous la faisons ressortir par des lignes plus épaisses, accompagnées de la lettre „a", et représentons l'argile par la lettre „b", le sable par la lettre „c" et le sable blanc ou le sable grossier ou graveleux (probablement du Zanddiluvium) par la lettre „d". Les profondeurs sont réduites à 1 : 200 et le niveau de comparaison y est toujours celui d'Amsterdam (A. P.). La surface de la terre y est généralement au-dessous de A. P., quelquefois au-dessus.

En examinant ce tableau, on voit au premier coup d'oeil que la base de la tourbe est assez souvent très profonde, mais qu'elle ne dépasse jamais 19 mètres. Assurément, si Staring avait connu cette profondeur, il n'aurait pas fait tant d'efforts pour éviter l'hypothèse de l'abaissement séculaire.

On voit aussi que jamais la tourbe n'est continue depuis 19 M. à la surface, mais qu'elle est interrompue une ou plusieurs fois par des sédiments d'argile ou de sable. Parfois ces sédiments la remplacent en

son entier, p. e. à plusieurs endroits le long du chemin de fer de Leide à Woerden, par conséquent dans le voisinage d'une rivière, qui est cependant mise hors de fonction de nos jours.

L'épaisseur maximale de la tourbe continue est de 9 M. (50 entre Zoeterwoude et Koudekerk) et de 10 M. (108 sur l'île de Feyenoord, vis-à-vis de Rotterdam) et dépasse ainsi notablement la puissance maximale de 7 M. près de Schiedam, citée par Staring. La plus grande profondeur connue est de 19 M. (10, 11 et 14) entre Hoorn et Zaandam et à IJmuiden d'après M. B. G., et de 17 M. (15, 18, 98, 99 et 101) à Velsen, Zeeburg (près d'Amsterdam) et tout près de Schiedam, donc aux limites septentrionale et méridionale de la grande masse continue de tourbe, située entre l'Y et la Meuse et actuellement enlevée en partie par l'homme et par l'eau. Dans la Hollande Septentrionale (1—20), elle alterne plusieurs fois avec des dépôts marins; sous les dunes, elle paraît manquer ordinairement, nous n'en connaissons l'existence qu'à IJmuiden et à Velsen et des traces à Harlem; elle n'a été constatée ni à Overveen, ni à Leide, ni à l'ouest de Maassluis. Dans les premières de ces localités, le sable marin forme une séparation entre les deux couches; plus loin vers l'orient c'est l'argile bleue marine, comme l'a remarqué M. Baden Ghyben (comparez les forages 34, 35, 36, 39, 18, 19, 20, 21, 23, 24 et 25). En d'autres endroits comme entre Leide et Woerden ¹⁾ il n'est plus aussi facile de les séparer.

C. FORMATION DES DEUX COUCHES DE TOURBE, EMERSION TEMPORAIRE DU SOL ET SES CONSÉQUENCES.

En admettant l'explication de M. Badon Ghyben pour la tourbe inférieure (quoiqu'elle soit souvent plus épaisse qu'il ne dit), le niveau de \div 19 M. à IJmuiden doit avoir été à sec à une certaine époque, et la surface de la terre ferme doit s'être étendue à une certaine distance vers l'ouest. Il est impossible de dire pour le moment si la tourbe, qui se forma alors, était protégée contre la mer par un cordon littoral et

¹⁾ Nous voulons ici exprimer notre gratitude envers notre ami M. Molenaar, ingénieur de la Société d'Exploitation des Chemins de fer de l'Etat, M. Wright, ingénieur du Chemin de fer Rhénan, M. Asser, ingénieur du Chemin de fer Hollandais, M. Kluyt, ingénieur du Canal d'Amsterdam à la Merwede et M. Martini Buys, ingénieur de la construction du chemin de fer de Rotterdam au „Hoek van Holland”, auxquels nous devons la communication très appréciée des résultats de toute une série de forages.

une chaîne de dunes comme celle d'aujourd'hui; ce n'est ni impossible, ni improbable. La base de cette tourbe inférieure est inclinée vers l'ouest et vers le nord; elle se trouve à 12,5 M. près de Leide et de Harlem, entre 13 et 15 M. sous Amsterdam même (Harting), entre 15 et 18 M. sous l'Y près d'Amsterdam et à 19 M. environ sous le pont du chemin de fer de l'Y près de cette ville, près de Hoorn et d'IJmuiden. A Velsen, la base s'est de nouveau élevée jusqu'à 17 M. La surface de ce cône très plat s'est donc couverte de tourbe, ainsi que certaines parties érodées par les bras du Rhin et soustraites ensuite à l'érosion en conséquence du déplacement du courant.

L'affaissement continuant, les parties les plus basses de la Hollande Septentrionale et de la lisière occidentale de la tourbe furent détruites par la mer ou couvertes de dépôts marins. En même temps la tourbe continuait à se former dans les parties plus éloignées de la mer, où elle pouvait donc devenir de plus en plus épaisse, jusqu'à ce que l'affaissement se ralentit et que le sol devint stationnaire. Alors se forma le cordon littoral, composé de bancs de sable parallèles, couronnés en partie de dunes et coupés par le passe-bouque de Leide et d'autres, par lesquels l'eau de la mer pouvait entrer, déposer de l'argile, en sortir et entraîner une quantité de tourbe, comme elle le fit plus tard avec le Lac de Harlem.

Nous insistons sur ce fait que ce n'est pas la présence seule de la tourbe supérieure, mais bien celle de la chaîne de dunes maritimes intérieures plus ancienne que cette tourbe, qui nous oblige d'admettre une émigration temporaire. Cette zone pouvait se former à peu près dans les conditions actuelles, mais la tourbe plus récente ne pouvait point prendre naissance dans un lac d'eau saumâtre aussi profond. En outre, il s'y trouve des troncs d'arbres enracinés dans le sous-sol, qui devait par conséquent avoir été à sec à une certaine époque. (comp. pag. 67).

Après que ce lac eut existé un certain temps, le mouvement vertical du sol fut renversé, l'eau devint de moins en moins profonde et finalement le lac fut de nouveau terre ferme. La tourbe recommença à se former et la couche augmenta en épaisseur à mesure que le sol baissa de nouveau. Le Vieux-Rhin et le bras du Rhin de Maassluis-Brielle, etc. continuèrent à couler entre des rives de tourbe, serpentèrent tantôt vers le nord, tantôt vers le sud, firent des brèches, qu'ils remplirent plus tard, etc., de la même manière qu'ils l'avaient fait probablement avant la hausse passagère du sol.

Plus au nord et à l'est c'est le Vecht d'Utrecht qui a agi de la même manière. En différents endroits (forages 24, 25, 26, 29, 31, 38, 41),

nous voyons également la tourbe remplacée en partie par des sédiments fluviatiles. (Quant à la tourbe très profonde des forages 20 et 30 près des stations de Loenen—Vreeland et de Nieuwersluis, nous ne croyons pas qu'il faille la mettre en rapport avec la couche très épaisse du voisinage d'Amsterdam, qui appartient à l'époque alluviale, sa profondeur étant exceptionnelle dans cette contrée; mais nous sommes tenté de la considérer comme partie du Zanddiluvium).

L'existence de la rivière, qui correspondait au Vieux-Rhin actuel, est également prouvée par l'absence totale de tourbe dans plusieurs endroits le long de ses rives. Ce sont autant de fragments de son ancien lit, qui s'envasait à mesure que le sol baissait et que ses rives étaient exhausées par la tourbe nouvellement formée et les sédiments déposés par les inondations. Il ne faut donc pas conclure de ce que la tourbe est si profonde le long du Vieux—Rhin qu'elle le soit également à une certaine distance de ses rives; il est fort possible que cette tourbe profonde ne soit qu'un pendant de celle de la Warnow près de Rostock, décrite par M. Geinitz (Pag. 62), qui remplit le lit d'une rivière devenu trop grand pour la quantité d'eau notablement amoindrie. Ce que nous avons dit de la tourbe du Vieux-Rhin s'applique à celle entre Rotterdam et Maassluis (forages 85—103) et entre Rotterdam et Zwijndrecht (104—122) et prouve également l'ancienneté relative de ces bras du Rhin.

Il est certainement plus difficile de donner une explication satisfaisante de la profonde couche de tourbe de la Hollande Septentrionale (1—20), qui est également séparée de la tourbe supérieure par le sable marin et l'argile bleue. C'est pourquoi nous revenons à nos „Quelques Considérations, etc.”, où nous avons esquissé nos idées sur la lutte entre l'affaissement séculaire du sol des Pays-Bas et la sédimentation fluviale. „Sous la Hollande Méridionale, l'affaissement séculaire n'a prévalu que plus tard, et sous la Hollande Septentrionale l'affaissement l'a emporté, en même temps que sous la Vallée Gueldroise, et n'a plus été contrebalancé à son tour.”¹⁾ Nous pouvons maintenant préciser davantage. Actuellement, nous ne connaissons pas de traces certaines de sédimentation fluviale dans le sous-sol de la Hollande Septentrionale au nord de l'Y. La tourbe inférieure y repose sur du sable blanc, que nous n'avons pas pu examiner nous-même, mais qui pourrait être en partie du „Zanddiluvium”, apporté par la sédimentation fluviale du sud ou bien par le lavage du Diluvium ancien des îles de Tessel, de Wieringen, etc.,

¹⁾ Par la sédimentation *fluviale*.

et en partie du sable marin alluvial, très ancien. Dans le forage de Sloten, ce sable marin contient des coquilles récentes et repose sur le Zanddiluvium fluvial; dans celui de Diemerbrug il repose sur le faciès marin de ce dernier — le Système Eemien — et passe assez graduellement dans celui-ci. La base de la tourbe inférieure, donc la surface de la terre ferme d'alors, se trouve à — 9,5 M. à Diemerbrug, à 12 M. à Sloten, à 13,5 M. à Zaandam et à 14,7 M. à Amsterdam (Nouveau Marché), (comp. pag. 70). Il doit donc y avoir eu dans ces endroits une émigration temporaire, qui a mis à sec le fond de la mer, suivie d'un nouvel abaissement pendant lequel se déposèrent le sable marin plus à l'ouest et l'argile bleue ordinaire plus à l'est. Ces deux sédiments forment généralement la base de la couche épaisse de tourbe supérieure, qui manque pourtant parfois ou est fortement réduite. Ce dernier cas se présente e. a. dans le forage de la gare de Zaandam, où elle n'a été rencontrée qu'entre — 0,8 et — 1 M. A. P. D'ici jusqu'à — 10,4 M. (surface de la tourbe inférieure), on n'a traversé que des dépôts marins.

On pourra expliquer cette irrégularité, et bien d'autres encore, précisément de la même manière que celles le long du Vieux-Rhin et de l'embouchure de la Meuse. Il y a eu probablement dans cette partie de la Hollande, de temps à autre, des irruptions de la mer au travers de la chaîne des dunes, par lesquelles la tourbe supérieure fut enlevée çà et là, tandis qu'elle continuait à se former tranquillement ailleurs. Il en a été de même dans les derniers siècles en Zélande, où des îlots de tourbe ont été épargnés par la mer et entourés de criques, qui se sont envasées ou bien remplies peu à peu de tourbe nouvellement formée. Il en a été précisément de même, entre les années 300 et 800 environ, dans la Flandre Occidentale, où la mer a fait irruption à travers des dunes dans les tourbières, en a érodé une partie en formant des criques et a couvert le reste d'une couche d'argile marine et de sable marin. Certes, cette dévastation de la tourbe plus récente a été en général beaucoup moins intense que celle de la tourbe plus ancienne, inconnue dans le sous-sol de la Belgique. Aussi les dunes actuelles très récentes (géologiquement) de la Flandre reposent sur de l'argile et de la tourbe récentes peu érodées, tandis que celles de la Hollande (Mér. et Sept.), très anciennes, reposent sur du sable marin ancien, qui ne recouvre que çà et là des vestiges de la tourbe ancienne, fortement érodée.

Nous ne sommes pourtant pas encore au bout des difficultés à résoudre. En comparant les profils instructifs de M. B. G. dans son travail sus-nommé, on remarque que la surface de l'argile bleue est parfois plus

élevée que la ligne de séparation entre les deux couches de tourbe. On le voit en comparant sur notre planche II les forages 35, 36 et 37, où ces chiffres sont de — 5,4, de — 5,7 et de — 6,5 M.; à Vinkeveen, à l'ouest de Nieuwersluis (124), la surface de la tourbe inférieure est même de — 7,5 M.

Pourquoi cette tourbe inférieure orientale n'a-t-elle pas été couverte d'argile marine, quoiqu'elle se trouve à un niveau suffisamment bas? Nous pouvons résoudre cette contradiction de deux manières (qui ne s'excluent pas). D'abord en supposant que la tourbe supérieure orientale est en partie aussi ou plus ancienne que l'argile bleue, et a échappé à l'érosion marine, de sorte que sa formation s'est continuée tranquillement.

L'état des choses aurait été à cette époque à peu près semblable à celui de la province de Groningue dans la période historique et avant la construction des premières digues. Actuellement on y voit, en allant du sud au nord, d'abord le Zanddiluvium qui disparaît ensuite sous les tourbières basses. Celles-ci se sont autrefois étendues beaucoup plus loin vers le nord; mais elles ont été érodées par les vagues de la mer et remplacées en grande partie par des sédiments marins, du sable et surtout de l'argile, qui y a souvent une épaisseur notable. Or, la tourbe a été érodée, en partie entièrement, en partie à la surface et recouverte ensuite d'argile, qui lui succède donc aussi bien dans le sens vertical que dans le sens horizontal. Supposons maintenant une nouvelle formation de tourbe, aussi bien sur celle qui se trouve actuellement à la surface que sur l'argile marine, et nous aurons au bout de quelques siècles précisément la même chose qu'actuellement dans la Hollande Méridionale, dans les endroits où l'homme n'a pas encore éloigné le précieux combustible.

Pour expliquer les différences de niveau sus-mentionnées, nous pourrions aussi avoir recours à l'hypothèse de l'affaissement, inégal à l'ouest et à l'est, que nous avons posée d'abord pour expliquer l'épaisseur du Zanddiluvium plus grande à l'ouest et sans interposition de couches marines. (Quelq. Considér., etc.). Elle pourrait en partie aussi expliquer la profondeur plus grande de la tourbe ancienne à l'ouest. Cette même inégalité d'affaissement s'observe aussi du sud au nord. Dans la Flandre Occidentale, l'argile marine récente atteint la cote de 5 M. (= 2,87 M. + A.P.), ce qui n'est jamais le cas en Hollande. Or, pendant les marées extraordinaires, la mer pourrait encore arriver à cette cote, preuve que le sol y est resté parfaitement stable depuis les dernières grandes inondations (E. Dupont dans *Patria Belgica* 1^e Partie, Pag. 39), tandis que probablement, le sol des Pays-Bas a continué de s'affaisser.

Enfin, il y a une particularité du relief du sol des Pays-Bas, que nous croyons pouvoir mettre en rapport direct avec l'élévation temporaire.

Nous avons remarqué (dans nos „Contributions III” et dans nos „Quelques Considérations”, etc.) que nos grandes rivières possèdent différentes vallées concentriques. Le Rhin et la Meuse (ainsi que l'Ysel) ont coulé autrefois dans une vallée très large du Diluvium graveleux, qui est principalement vallée d'érosion, quoiqu'elle doive probablement une partie de son relief à l'action de la glace quaternaire. Ces vallées énormes, en disproportion frappante avec la quantité minimale d'eau des rivières actuelles, ont été remplies en grande partie de sable fluviatile, constituant le Zanddiluvium. Il en est de même de la Vallée Gueldroise, formée par un bras du Rhin entièrement oblitéré de nos jours.

C'est — selon nous — dans la dernière partie de l'époque diluviale et à cause de la puissance des rivières plus grande que de nos jours, qu'elles pouvaient déposer du sable là, où elles ne déposent actuellement que de l'argile (du moins principalement). Or, on voit que ce vaste lit de Zanddiluvium a été érodé à son tour et qu'il est couvert d'un troisième dépôt fluviatile: l'argile, que nous voyons encore se former actuellement. Si l'on admet une hausse du sol des Pays-Bas de ± 5 M., indispensable pour expliquer la formation des vastes tourbières, la conséquence naturelle est un courant accéléré dans les bas-fleuves et par conséquent une érosion non-seulement de la rivière elle-même, mais aussi de ses affluents.

Il nous semble naturel de coordonner avec cette élévation du sol la formation de la vallée secondaire du Rhin dans le Zanddiluvium, p. e. la Betuwe, de celle de la Meuse inférieure et de celle de l'IJsel. Nous y joignons les petites vallées des ruisseaux de la Gueldre à l'est de l'IJsel, ainsi que celles de la Vallée Gueldroise. C'est à cause de cette érosion qu'on voit dans celle-ci des terrasses et des collines de Zanddiluvium, p. e. à Hoogland — village qui doit son nom à l'effet de cette érosion —, à Voorthuizen, au sud d'Amersfoort, et surtout à Baarn. C'est probablement la position relativement élevée de ce village par rapport à la Vallée de l'Eem, qui a induit en erreur Staring et lui a fait supposer qu'il avait affaire à un reste de Diluvium graveleux. Comme nous l'avons dit ailleurs (Contributions III, pag. 155), c'est une erreur, e. a. puisqu'on a trouvé sous Baarn la faune marine du Système Eemien, qui est plus récente que le Diluvium graveleux.

Il existe probablement encore une autre vallée dans le Zanddiluvium, qui est presque entièrement cachée de nos jours et ne réapparaît que

graduellement par les dessèchements. Ce sont les tourbières à l'est du Vecht d'Utrecht, dont la tourbe a été enlevée pour la plus grande partie. La conséquence en est une série d'étangs et de petits lacs (*plassen*), comme le „Horster-Meer,” „Naarder-Meer,” etc., qui ont été drainés en partie. Les dessèchements ainsi formés sont pourtant séparés par des isthmes de tourbe, portant des maisons et des routes, de sorte qu'il sera probablement toujours impossible de voir la vallée continue. Le sous-sol et la rive droite ou orientale y sont formés par du Zanddiluvium, ce qui est assez naturel. Il en est de même de la rive gauche, cachée sous des restes de tourbières et sous le Vecht actuel. Celui-ci a déposé (du sable et) de l'argile le long de ses bords, tantôt sur la tourbe, tantôt directement sur le sable quaternaire, comme on peut le voir facilement le long du canal de la Merwede, actuellement en construction, p. e. tout près des villages de Maarssen, de Breukelen et de Nieuwersluis. Cette présence du sable solide (quaternaire ou alluvial) à une très faible profondeur (1,5 M.) et caché sous un autre matériel solide et relativement sec (ou non-marécageux) et la présence d'une petite rivière, qui serpente pittoresquement, est la cause probable de l'érection dans les deux derniers siècles de cette série de maisons de campagne le long de ses bords par les riches négociants d'Amsterdam. Nous n'avons encore que commencé nos recherches dans cette région et comptons revenir plus tard sur ce sujet.

Avant de terminer ce travail, nous voulons examiner s'il est strictement nécessaire d'admettre une hausse temporaire du sol pour expliquer la formation des tourbières littorales et l'érosion des vallées fluviales dans le Zanddiluvium. Certes, depuis le commencement du Pliocène, notre patrie a subi un affaissement séculaire; le chiffre de 370 M. (Utrecht) est trop grand pour admettre une autre explication. Pourtant le montant de l'émersion temporaire — 4 à 5 M. —, dont nous avons besoin, est beaucoup plus petit, et il nous semble qu'on pourra également bien expliquer tous les phénomènes, que nous venons de décrire dans ce travail, en supposant un abaissement égal de la mer. C'est surtout l'étude des différentes publications de M. A. Blytt de Christiania qui nous a fait poser cette alternative.

Selon lui, les différents phénomènes astronomiques amènent alternativement une concentration de l'eau des mers vers les pôles et vers l'équateur. Nous préférons ne pas nous égarer au milieu de questions aussi compliquées et hypothétiques et dont la solution d'un savant est souvent diamétralement opposée à celle de l'autre. Nous voulons

seulement relever: 1° Qu'un abaissement séculaire du sol des Pays-Bas depuis le commencement du Pliocène est hors de doute; 2° qu'un sol qui s'affaisse peut aussi se relever; 3° qu'il est indifférent pour l'histoire géologique de notre patrie d'admettre un mouvement vertical du sol dans un sens ou de la mer dans l'autre.

D. APPENDICE. APERÇU DES FORAGES DE ZOETERMEER, LEIDE,
VOGELENZANG, HARLEM ET OVERVEEN.

Forage de Zoetermeer.

Le village de Zoetermeer est situé à l'E. de La Haye et au N. E. de Delft, donc au milieu de la région des tourbières basses de la Hollande Méridionale. Le forage a été décrit dans le „Rapport de 1868 sur l'Eau potable”; la plus grande partie des échantillons des terrains se trouvent dans le Musée géologique d'Utrecht, où nous avons eu l'occasion de les examiner. Il pourra donc nous donner une bonne idée de la succession typique des différentes couches.

La surface du sol, artificiellement rehaussée, est de 3 d M. + A.P.; les couches sont les suivantes:

- I. 0,3 M. + A.P. — 4,5 M. — A.P. *Tourbe*, mêlée en haut de débris; noire en haut et en bas, brun-foncé et brun-clair au milieu.
- II. 4,5—5,3 M. *Argile* gris-clair, devenant sableuse vers le bas, calcarifère, contenant beaucoup de diatomées marines vers le bas et des débris végétaux vers le haut.
- III. 5,3—11,2 M. *Sable* argileux avec des coquilles marines, *Cardium edule* et *Scrobicularia piperita*.
- IV. 11,2—11,7 M. *Tourbe* noire, un peu argileuse.
- V. 11,7—12,8 M. *Argile* tenace, bleu-grisâtre.
- VI. 12,8—14 M. *Tourbe* noire, peu cohérente.
- VII. 14—24,36 M. *Sable* bleuâtre, tantôt plus argileux, tantôt moins, parfois plus grossier ou bien contenant quelques cailloux, p. e. à 18 M. un quartz roulé de $6 \times 4 \times 2$ c.M. Parfois aussi, il renferme des débris végétaux, probablement des lentilles de tourbe. On peut considérer tout ce sable comme faisant partie du Zanddiluvium.
- VIII. 24,36—28,4 M. *Sable* assez fin, peu différent du précédent, mais contenant quelques fragments de coquilles marines — *Cardium* et *Scrobicularia*. Peut-être la mer a-t-elle fait quelques invasions sur le dépôt fluvial.

IX. 28,4 — 34,3 M. *Sable plus grossier*, plus graveleux, avec des grains de quartz jusqu'à 7 m.M., des cailloux (jusqu'à 4 c.M.) de quartz, de grès, de schiste et de silex et quelques traces de coquilles marines.

Outre des preuves probables du voisinage de la mer, ce forage offre le phénomène du dédoublement de la tourbe profonde, produit par une couche d'argile marine, entre 11,7 et 12,8 M. Nous pouvons l'expliquer en admettant une inondation passagère de la mer, de plus ou moins longue durée, sans avoir recours à une nouvelle émergence du sol.

Forages de Leide.

En 1838 et 39 on a exécuté deux forages, près de la prison militaire dans le voisinage de Leide. Nous n'avons presque rien pu trouver dans la littérature au sujet de ces forages, si ce n'est les „Notules de l'Institut royal des Ingénieurs (holl.)” de l'année 1850, qui contiennent une petite note de Schretlen sur ce forage avec des détails techniques et d'autres, très insuffisants, sur les terrains rapportés. Staring en dit aussi quelques mots dans le Vol. II de son „Sol des Pays-Bas,” pag. 130. Les échantillons des terrains du premier forage, qui est descendu jusqu'à 70 M., se trouvent dans le Musée géologique de Leide et ont été examinés par nous. Le second, tout près du premier, a atteint la profondeur de 94 M., mais nous n'avons pas pu en retrouver les échantillons.

Parmi les quelques détails, donnés par Schretlen et Staring, nous ne voulons relever que ce qui suit. L'argile marine ou le sable argileux se continue jusqu'à 14 M., où commence le sable, dans lequel les premiers cailloux se montrent à 31 M. Schretlen fait mention, à la profondeur de 63 M., „d'un vieux morceau d'os, plein de pores.” Staring cite de la même profondeur „la dent d'un cochon de l'époque tertiaire, d'un *Anthracotherium*,” (genre) „dont les restes ont aussi été rencontrés dans les terrains tertiaires des environs de Mayence.” Il en tire la conclusion que le sable qui l'entoure et les morceaux de bois qui l'accompagnent ont été amenés par le Rhin. N'ayant pas vu ce fragment d'os ou de dent et ne sachant pas sur quoi se base cette détermination, qui probablement n'aura pas été faite par Staring lui-même, nous préférons ne pas nous arrêter plus longtemps à ce forage, mais passer au premier, moins profond, dont nous avons du moins pu retrouver et examiner les échantillons. Ils paraissent pourtant avoir été rassemblés un peu irrégulièrement, de sorte que les limites des différentes couches ne sont

pas toujours indiquées. La surface du sol étant de 0,15 M. + A. P., nous pouvons en reproduire la liste suivante.

- I. 0,15 + A. P.—3,20 M. — A. P. ? Probablement du *sable* marin.
- II. 3,20—12,40 M. *Argile* marine, sableuse.
- III. 12,40—24,85 M. *Sable* fin, avec des morceaux de bois et quelques cailloux de silex.
- IV. 24,85—31,4 M. *Sable grossier*, avec du gravier et des cailloux jusqu'à 1—3 c.M. On peut considérer sans danger cette couche comme appartenant au Zanddiluvium; il en est peut-être de même de la précédente.
- V. 31,4—56,35 M. *Sable*, généralement *fin*, souvent un peu plus grossier, contenant parfois quelques cailloux de quartz, de quartzite et de grès, qui peuvent atteindre un diamètre de 3 c.M. A diverses profondeurs il contenait aussi des morceaux de bois.
- VI. 56,35—62,15 M. *Sable* grossier, brun, avec plusieurs cailloux de silex, de grès et de quartzite de 1—2 c.M.
- VII. 62,15—69 M. *Sable* plus *fin*, blanchâtre ou brunâtre et argileux, avec des morceaux de schiste, de bois et d'argile.

En réalité la succession des couches est plus compliquée, d'abord parceque nous avons condensé la liste assez longue (32 échantillons) des terrains rapportés et aussi parce qu'il en manque plusieurs. Il est donc fort possible qu'en réalité il faille dédoubler une couche de sable fin ou de sable grossier; mais nous ne croyons pas que la liste détaillée et absolument exacte diffère essentiellement de celle que nous venons de donner.

Beaucoup plus tard, il n'y a que quelques années, la municipalité de Leide a fait exécuter un forage dans la rue dite „Zandstraat”.

Nous devons la liste des terrains traversés à la complaisance de M. Knuttel de Leide; elle contient 16 numéros que nous condenseons de la manière suivante:

- I. 0 (= A.P.) — 12,75 M. *Argile* marine.
- II. 12,75 — 20,5 M. *Sable* blanc, peu de gravier.
- III. 20,5 — 28,25 M. *Sable* blanc, plus *grossier*, avec quelques cailloux.
- IV. 28,25 — 32,1 M. *Sable* blanc, plus *fin*, avec quelques cailloux.
- V. 32,1 — 36,4 M. *Sable* plus *grossier*, graveleux.
- VI. 36,4 — 48,5 M. *Sable fin* et *très fin*.
- VII. 48,5 — 56,7 M. *Sable grossier* et *très grossier* avec des cailloux.

Forage de Vogelenzang.

Le village de Vogelenzang, dont nous avons parlé à plusieurs reprises, se trouve dans une chaîne de dunes intérieures au sud de Harlem. En 1887 on y a exécuté, près de la maison de campagne de M. Van der Vliet, un forage de presque 90 M. de profondeur, dont nous avons examiné les échantillons. Nous les devons à la complaisance de M. Van den Wall Bake, ingénieur à Amsterdam, qui les a cédés au Musée géologique d'Utrecht. La hauteur exacte du zéro du forage n'est pas connue, mais se trouve entre 3 et 4 M. + A.P., nous admettons le chiffre de 3,5 M. qui ne différera donc pas beaucoup de la réalité.

Les terrains rapportés sont les suivants:

- I. 3,5 M. + à 3,8 M. — A.P. *Sable* quartzeux *fin*, bigarré-clair; la partie supérieure est plus ou moins colorée en brun, la partie inférieure est hyaline et contient des débris de coquilles. *Sable* de dune et de plage.
- II. 3,8 — 6,5 M. — A.P. *Sable* quartzeux, *fin*, gris-bigarré, un peu plus grossier que le précédent (diamètres des grains de quartz respectivement 0,6 et 0,3 m.M.). Débris de coquilles reconnaissables, des *Cardium edule*, *Mactra solida* et *Tellina Balthica*.
- III. 6,5—8,5 M. *Sable* quartzeux et argileux, beaucoup plus *fin* (0,1—0,2 m.M.); quelques feuilletts de mica, des piquants de l'*Echinocardium cordatum* et des débris méconnaissables de coquilles (*Mactra?* et *Tellina?*).
- IV. 8,5—23,4 M. *Sable* quartzeux gris-clair, presque hyalin, plus fin en haut, plus grossier en bas. A 20 M. environ (— A. P.) les grains de quartz ont un diamètre de 0,3—0,5 et même de 0,7 m.M. La partie supérieure contient quelques débris de la *Scrobicularia piperita*, de *Cardium edule* et d'une *Mactra*.

Nous tirons ici la limite entre l'Alluvium et le Diluvium sableux, dont la partie supérieure est encore représentée par son faciès marin, le Système Eemien (comp. Contributions III). La limite n'est pas très sensible — il est vrai — mais d'abord le sable change plus ou moins de caractère à ce niveau et les coquilles caractéristiques de ce système ne montent pas plus haut.

- V. 23,4—27,4 M. *Sable* quartzeux, bigarré-clair, plus grossier que le précédent. La plupart des grains de quartz ont un diamètre de 0,5 m.M., plusieurs d'entre eux même de 1 m.M. Des fragments plus ou moins reconnaissables des *Ostrea edulis*,

Mytilus edulis, *Cardium edule*, *C. echinatum*, *Tapes virgineus*,
Cerithium reticulatum et *Nassa reticulata*.

- VI. 27,4—28,9 M. *Sable* blanc-bigarré, beaucoup plus *fin* (0,2—0,4 m.M.), rares traces de coquilles (*Nassa reticulata*, *Tapes virgineus*). Quelques rares petits cailloux de quartz de quelques millimètres.
- VII. 28,9—34 M. *Sable* quartzeux plus *grossier*, à grains incomplètement arrondis, assez argileux. Diamètre des grains de 0,3—0,5 m.M., très souvent de 0,5 et de 0,6 m.M. et même de 1 m.M. Rares fragments d'*Ostrea edulis* et une pince de petit crabe. Base du Système Fémien.
- Diluvium sableux fluvial.
- VIII. 34—42 M. *Sable* bigarré rouge-clair, avec une assez faible proportion de grains de quartz rouge. La dimension des grains est presque celle du sable précédent, mais ils sont plus arrondis et de taille moins divergente. La moyenne en est de 0,5 m.M. Nulle trace de coquilles.
- IX. 42—44,9 M. *Sable* très argileux, peu bigarré, un peu plus fin que le précédent; nulle trace de coquilles.
- X. 44,9—51,3 M. *Argile* gris-clair, sableuse vers la base.
- XI. 51,3—51,8 M. *Sable* argileux, *rude*, un peu plus fin (0,4—0,5 m.M.) que IX.
- XII. 51,8—52,6 M. *Argile* gris-clair, tenace, privée de sable.
- XIII. 52,6—59,5 M. *Sable* bigarré rouge-blanchâtre, avec peu de grains rouges, presque comme VIII et devenant gris-blanchâtre vers la base. Le diamètre des grains de quartz varie de 0,5 et de 0,6 m.M. en haut et en bas, à 0,3 et 0,4 m.M. au milieu.
- XIV. 59,5—59,8 M. *Argile* noire, tenace.
- XV. 59,8—60,1 M. *Argile* gris-clair, un peu sableuse.
- XVI. 60,1—71,8 M. *Sable* très *fin*, gris-clair, micacé. La grande majorité des grains de quartz ne dépassent pas 0,1 m.M., il y en a pourtant plusieurs jusqu'à 0,5 et 0,6 m.M. Le sable contient, vers la base, plusieurs débris végétaux.
- XVII. 71,8—76,1 M. *Sable* bigarré rouge-clair, un peu micacé, non-argileux, plus *grossier* que le précédent (diamètre 0,4 jusqu'à 0,5 m.M.).
- XVIII. 76,1—84,7 M. *Sable* gris-blanchâtre *fin* (en moyenne 0,3 m.M.), moins micacé que le précédent, parfois un peu argileux.

Ce forage n'a donc fourni aucune preuve d'une tourbe recouverte par le sable du cordon littoral; il n'a traversé que du sable marin appar-

tenant à deux étages différents et reposant sur le sable fluviatile ordinaire du Zanddiluvium, qui compose le noyau de nos provinces occidentales. Çà et là, ce sable est interrompu par un lit d'argile. Non plus qu'à Harlem, nous n'avons une indication du Diluvium graveleux, qui d'ailleurs devra être rencontré à une profondeur plus notable, d'après les forages de Diemerbrug et de Sloten près d'Amsterdam, s'il est représenté aussi loin à l'ouest.

Forage de Harlem.

C'est également grâce à M. Van den Wall Bake que nous sommes en possession des échantillons d'un forage, exécuté en 1886 dans cette ville pour la brasserie de M.M. Lans et fils. Il n'a atteint que la profondeur de 48,75 M. et n'a pas été exécuté dans la ville proprement dite, qui repose sur un banc de sable venant à la surface, mais dans la partie orientale, où ce sable s'enfonce sous la couche de tourbe de nos polders et dessèchements. La hauteur du sol y est de 0,80 M. + A. P., les terrains traversés sont les suivants.

- I. 0,80 M. + A.P.—0,80 M. — A.P. Probablement du *remblai* et du terrain remanié, qui n'a pas été conservé.
- II. 0,80—2,40 M. — A. P. *Tourbe* brun-noirâtre, remaniée, mêlée d'un peu de sable et de quelques fragments de poterie.
- III. 2,40—3,50 M. *Tourbe*, brun-noirâtre, non-remaniée.
- IV. 3,50—16,40 M. *Sable* quartzeux, argileux, bleu-grisâtre, un peu micacé, avec plusieurs coquilles marines, des *Cardium edule*, des *Hydrobia ulvae* et quelques fragments lisses indéterminables. Alluvium.
- V. 16,40—29,40 M. *Sable* bigarré-clair, un peu grisâtre, un peu plus *grossier* que le précédent, quelques feuillets de mica. Les coquilles marines ne sont encore que rares, à 21 M. et plus bas on a rencontré le *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Hydrobia ulvae* en compagnie de fragments du *Tapes virgineus* et de la *Nassa reticulata*, qui sont *plus* caractéristiques pour le Système Eemien. Vers la base de cette couche on a aussi trouvé quelques grains de silex. Elle n'est donc pas très caractéristique et forme plutôt un passage des couches VI à IV, qui le sont en réalité. C'est principalement la nature du sable (bigarré-clair) et la profondeur, qui nous avaient décidé à réunir cette couche au Diluvium sableux.

Nous préférons pourtant ne pas considérer ce sable en son entier comme appartenant aux dépôts alluviaux. D'abord il de-

vient un peu plus grossier vers la base et ensuite les premières traces de coquilles Eemiennes ne se rencontrent qu'au-dessous de 21 M. — A.P. C'est pour cette raison que nous tirons à ce niveau la limite entre l'Alluvium et le Diluvium sableux, quoiqu'elle soit peu nette. Il en est de même que sous le village de Diemerbrug près d'Amsterdam, où le changement paléontologique des dépôts n'est point accompagné d'un changement pétrographique (Contrib. IV).

- VI. 29,4—34,10 M. *Sable bigarré-clair*, tantôt plus *fin*, tantôt plus *grossier* (surtout en bas), contenant une série des coquilles caractéristiques du Système Eemien, quoique pour la plupart en exemplaires isolés ou à l'état de fragments. Ce sont : *Echinocardium cordatum*, *Anomia ephippium*, *Cardium echinatum*, *Tapes virgineus*, *Venus ovata*, *Corbula gibba*, *Thracia papyracea*, *Pholas candida* et *Cerithium reticulatum*, accompagnés des *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Tellina Balthica*, *Hydrobia ulvae* et *Littorina littorea*, qui se rencontrent aussi souvent seules dans le sable marin récent, et d'une *Pecten* indéterminable (*pusio*?)
- VII. 34,1—35,60 M. *Sable fin*, presque incolore, ne contenant que de très rares grains de quartz rougeâtre ou blanc. Un seul exemplaire du *Cerithium reticulatum* s'y est peut-être égaré pendant le forage, de sorte que la nature marine du sable est problématique.
- VIII. 35,60—47,95 M. *Sable fin*, un peu plus *grossier* que le précédent, presque entièrement incolore. Les grains de quartz atteignent un diamètre de 0,5—0,7 m.M. à la partie supérieure, et de 0,3—0,5 m.M. à la partie inférieure. Le sable contient des traces d'argile, de mica et de débris de coquilles et est calcarifère, de sorte qu'il a été déposé peut-être dans le voisinage de la mer. Nous ne pouvons donc dire avec certitude, ni du sable VII, ni de VIII, que c'est le Diluvium sableux purement fluviatile. Le chiffre de la profondeur, comparé avec celui du forage de Vogelzang, le rendrait pourtant probable et nous voulons donc tirer la limite en question au niveau de — 35,6 M.

Forage d'Overveen.

C'est encore la même main qui nous a donné les échantillons de ce forage, de sorte que nous avons une bonne occasion de le comparer avec les deux précédents. Le forage en question a été exécuté entre

Harlem et la mer en 1890 et a atteint la profondeur de 100 M. Les terrains traversés sont les suivants :

- I. 0,25 M. + A.P. — 6,25 M. — A.P. *Sable fin*, bigarré-clair, un peu rougeâtre, mêlé de débris de coquilles et de quelques coquilles entières (*Macra*, *Cardium*).
 - II. 6,25—9,75 M. — A.P. *Sable fin*, bigarré-clair grisâtre, parfois un peu argileux et contenant quelques coquilles entières (*Macra solida*, *Tellina Balthica*).
 - III. 9,75—10,75 M. *Argile fine*, gris-clair.
 - IV. 10,75—15,25 M. *Sable fin*, gris-clair, argileux. Quelques feuilletts de mica et beaucoup de petites coquilles (*Macra*, *Hydrobia ulvae* et des piquants de l'*Echinocardium cordatum*).
 - V. 15,25—22,75 M. *Le même sable*, mais plus argileux.
 - VI. 22,75—29 M. *Le même sable* que IV avec des débris de coquilles et les piquants sus-nommés.
- Nous tirons ici la limite assez naturelle du Système Eemien (Zanddiluvium marin) à cause du sable devenant plus grossier et plus bigarré et des coquilles différentes.
- VII. 29—42,25 M. *Sable peu grossier*, bigarré-clair avec quelques petits cailloux de 2—3, même 5 m.M. de quartz et de lydite. Il contient des débris de coquilles et des exemplaires reconnaissables de *Cerithium reticulatum* et d'*Hydrobia ulvae* avec de petits fragments d'*Ostrea* et de *Mytilus edulis*, de *Cardium edule* et de *Tapes virgineus*. Au-dessous de la profondeur de 42 M. les restes de coquilles manquent absolument et nous y commençons donc le Zanddiluvium fluviatile.
 - VIII. 42,25—55,25 M. *Sable bigarré-clair*, assez grossier.
 - IX. 55,25—75,75 M. *Sable fin*, bigarré-clair, plus grisâtre, avec un peu de débris végétaux.
 - X. 75,75—77 M. *Sable fin*, très argileux, un peu micacé.
 - XI. 77—79,25 M. *Sable grossier*, bigarré-clair, argileux, avec quelques petits cailloux de 3 et 4 m.M.
 - XII. 79,25—82,5 M. *Le même sable*, mais non-argileux.
 - XIII. 82,5—83,25 M. *Le même sable*, mais coloré en noir par de la terre végétale (non par de la tourbe) et contenant plusieurs petits débris de bois. C'est donc un fragment d'une ancienne surface de terre ferme, nouvelle preuve de l'abaissement séculaire.
 - XIV. 83,25—85,5 M. *Le même sable*, mais non coloré en noir, très argileux.
 - XV. 85,5—86 M. *Sable très fin*, argileux et micacé, mêlé de débris de bois.

- XVI. 86—88,75 M. *Le même sable* mais non argileux et moins fin.
 XVII. 88,75—89,75 M. *Sable fin plus grossier*, bigarré-clair-grisâtre.
 XVIII. 89,75—93,25 M. Comme XIV.
 XIX. 93,25—98,75 M. *Sable fin*, tenant le milieu entre XVI et XVII.
 XX. 98,75—100 M. *Sable médiocrement grossier*, comme XI, non-argileux et contenant beaucoup de grains de 2—3 m.M.

Ces trois forages présentent donc le même phénomène que ceux d'Amsterdam, etc. : dépôt fluviatile, recouvert de deux dépôts marins de nature assez différente. Les limites respectives se trouvent à des niveaux peu différents, savoir 35,6 M. à Harlem, 42,25 M. à Overveen et 34 M. à Vogelenzang pour la limite supérieure du Diluvium sableux fluviatile. Celle du Système Eemien se trouve à 21, à 29 et à 23 M. pour les trois mêmes localités. Il y a donc une pente ostensible du dépôt fluviatile du sud au nord et de l'est à l'ouest, comme nous l'avons déjà observé ailleurs. Probablement cette pente se continue régulièrement vers le sud, puisque sous Leide les traces du Système Eemien manquent absolument ; le dépôt fluviatile n'y a donc été recouvert de la mer que beaucoup plus tard. Aussi sous Zoetermeer elles ne sont que très douteuses (24,36—28,4 M.). Peut-être, nous n'avons ici que l'Alluvium marin à une assez grande profondeur.

La comparaison de ces différents forages donne encore lieu à quelques observations. Nous admettons la profondeur de — 14 M. comme la limite supérieure du Zanddiluvium fluviatile à Zoetermeer et nous hésitons à Leide entre le chiffre de — 25 M. et — 20,5 M. d'un côté ou de — 12,5 et — 12,75 M. de l'autre. Certes, les deux derniers seraient mieux en rapport avec le chiffre de Zoetermeer. Ce niveau se trouve probablement à — 34 M. à Vogelenzang et à — 35,6 M. à Harlem, deux chiffres qui s'accordent parfaitement entre eux et avec ceux de Leide (20—25 M.). Ensuite, nous avons tiré la limite entre le Zanddiluvium marin (Système Eemien) et l'Alluvium ancien à — 23 M. à Vogelenzang et à 21 M. à Harlem. Pourtant le Système Eemien bien caractérisé n'y commence qu'à 29,4 M. et la couche entre 16,4 et 29,4 M. ne forme qu'un passage assez graduel. En admettant la moyenne de ces deux chiffres, donc le niveau de — 21 M. comme limite, nous trouvons que les chiffres de ces deux localités s'accordent parfaitement. D'autre part, le niveau de — 16,4 M. à Harlem serait en harmonie avec ceux d'Amsterdam, de Diemerbrug et de Zaan-dam, etc. (17,4; 16,7 et 16 M.). Pourtant nous n'y attachons pas trop

de valeur, puisque le fond de la mer n'aura certainement pas eu la forme d'un plan horizontal ou également incliné.

Ensuite, nous voulons aussi relever le fait, que dans le Zanddiluvium fluviatile du forage de Zoetermeer on rencontre des fragments de coquilles marines, qu'on pourrait admettre comme témoins du voisinage de la mer, et qu'il en a été peut-être de même à Harlem. Nous avons observé le même fait dans les couches quaternaires du forage d'Utrecht (Contrib. IV) et de celui de Sneek (Contrib. II).

Arrivé à la fin de ce travail, j'éprouve le besoin de remercier chaleureusement tous ceux, qui ont bien voulu faciliter mes recherches en me donnant les renseignements nécessaires, ainsi qu'aux Directeurs de la Fondation Teyler, qui ont si généreusement contribué à la publication de mon travail.

Je les prie d'accepter mes sincères remerciements!

PLANCHE I.

Explication des figures.

Carte d'orientation des dunes intérieures. La couleur brune a rapport aux dunes, tant marines qu'intérieures; la couleur jaune, aux terrains relativement élevés, mais horizontaux, bancs de sable ou vallées; la couleur verte, aux terrains plus bas et humides, généralement des prairies, très exceptionnellement des terrains cultivés. Les chiffres indiquent la hauteur du sol au-dessus ou au-dessus de A. P., justement là, où se trouve le point décimal.

Pour les environs de Delft, consultez la page 25.

PLANCHE II.

Explication des figures.

- Tableau d'ensemble des forages de la région des tourbières.
Echelle 1 : 200. Tourbe „a”, Argile „b”, Sable „c”, Sable blanc ou grossier (Diluvium sableux en partie) „d”.
- 1—10. Le long du chemin de fer d'Enkhuizen à Hoorn.
- 1—4. Entre Enkhuizen et Bovencarspel (3800 M.). 1 à 1400, 2 à 1600, 3 à 2890, 4 à 3400 M. d'Enkhuizen.
- 5—6. Entre Bovencarspel et Hoogcarspel (3700 M.). 5 à 380, 6 à 1780 M. de Bovencarspel.
- 7—8. Entre Hoogcarspel et Westwoud (3200 M.). 7 à 430, 8 à 1125 M. de Hoogcarspel.
9. Entre Westwoud et Blokker (2800 M.), à 315 M. de Westwoud.
10. Entre Blokker et Hoorn (4200 M.), à 300 M. de Hoorn.
- 11—14. Entre Hoorn et Zaandam (32500 M.).
11. Entre Oosthuizen et Middellie (3000 M.), à 540 M. d'Oosthuizen.
12. Entre Kwadijk et Purmerend (3300 M.), à 385 M. de Kwadijk.
13. Entre Purmerend et Oostzaan (7400 M.), à 2620 M. de Purmerend.
14. Pont du chemin de fer sur le Canal maritime près d'Amsterdam.
15. Idem près de Velsen.
16. Viaduc du chemin de fer dans le „Westerdok” d'Amsterdam.
- 17—25. Canal de la Merwede entre Amsterdam et Nigtevecht sur le Vecht.
- 17, 18, 19. Coin de la Zuiderzée à Zeeburg près d'Amsterdam; 20. Etang nommé „Nieuwe Diep” près de Zeeburg; 21. Diemer-Polder; 22. Canal de Muiden; 23. Gemeenschaps-Polder; 24. Aetsveldsche Polder; 25. Nigtevecht.
- 26—32. Idem entre Nigtevecht et Maarssen sur le Vecht.
26. Nigtevecht; 27. Oostzijdsche Polder; 28. Station de Loenen-Vreeland; 29. Idem; 30. Station de Nieuwersluis; 31. Idem de Breukelen; 32. Mi-chemin entre les stations de Breukelen et de Maarssen.
- 33—38. Profil Hoofddorp—Loenen-Vreeland (O. N. O. — E. S. E.).
33. Hoofddorp dans le Dessèchement du Lac de Harlem; 34. Kudelstaart; 35. Uithoorn, entre Harlem et Leide; 36. Moulin No. 3 près de Mydrecht; 37. Courbure de la digue du polder au N. E. de Waverveen; 38. Station de Loenen-Vreeland.
- 39—42. Profil Mydrecht—Tienhoven (O. N. O. — E. S. E.).
39. Mydrecht; 40. Oudhuizen, Mijdrechter Zuiderpolder; 41. Canal de la Merwede entre Nieuwersluis et Breukelen; 42. Tienhoven.

43—84. Chemin de fer de Leide à Woerden (32 K.M.).

43. Rive orientale du Vieux Rhin à Leide; 44. Station des marchandises à Leide; 45, à 3925 M. de la Station principale de Leide; 46, à 4073 M.; 47, à 4480 M.; 48, à 4690 M. Station de Zoeterwoude; 49, à 910 M. de Z.; 50, à 4435 M.; 51, à 4760 M. Station de Koudekerk; 52, à 2350 M. de K.; 53, à 3050 M.; 54, à 4450 M.; 55, à 5050 M., Station d'Alfen; 56, à 710 M. d'Alfen; 57, à 950 M.; 58, à 1000 M.; 59, à 1170 M.; 60, à 1500 M.; 61, à 1550 M.; 62, à 1600 M.; 63, à 3370 M.; 64, à 3400 M., Station de Zwammerdam; 65, à 2330 M. de Z.; 66, à 3000 M.; 67, à 3680 M.; 68, à 4100 M.; 69, à 4500 M., Station de Bodegraven; 70, à 430 M. de B.; 71, à 700 M.; 72, à 855 M.; 73, à 1660 M.; 74, à 1845 M.; 75, à 1950 M.; 76, à 2040 M.; 77, à 2100 M.; 78, idem; 79, à 2600 M.; 80, à 4500 M.; 81, à 5200 M.; 82, à 6600 M.; 83, à 8050 M.; 84, à 9300 M. ou à 300 M. de Woerden.

85—103. Chemin de fer du „Hoek van Holland” (Maassluis) à Rotterdam.

85, à 3250 M. à l'ouest de Maassluis; 86. Port de Maassluis; 87. Boonervliet, à l'est de Maassluis; 88, à 2500 M. à l'ouest de Vlaardingen; 89, à 500 M.; 90. Station de Vlaardingen; 91 et 92, à 2000 M. à l'est de la Station; 93—97. Poldervaart, à 2000 M. à l'ouest de la Station de Schiedam; 98, à 1250 M.; 99—102. Station de Schiedam; 103. Mi-chemin entre les Stations de Schiedam et de Rotterdam.

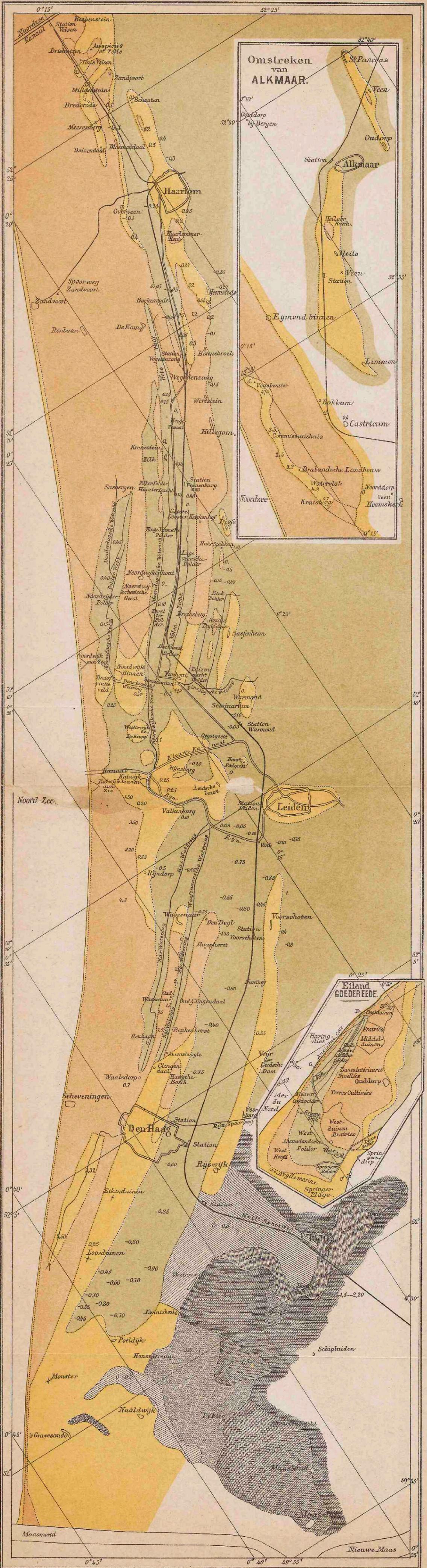
104—122. Chemin de fer de l'état de Rotterdam à Zwijndrecht, sur la Vieille Meuse, vis à vis de Dordrecht.

104. Station centrale de Rotterdam; 105—107. Canal comblé, dit „Binnenrotte” à Rotterdam; 108, 109. Station de Marchandises à Feyenoord, vis à vis de Rotterdam; 110, à 1990 M. au nord de la station de Barendrecht; 111, à 90 M.; 112, à 5060 M. au nord de la station de Zwijndrecht; 113, à 4360 M.; 114, à 4060 M.; 115, à 1660 M.; 116, à 860 M.; 117, à 160 M. au nord de la station; 118, à 240 M. au sud; 119, à 640 M.; 120, à 1340 M.; 121, à 1640 M.; 122, à 2140 M. (digue de la Meuse).

123. Forage de Zoetermeer entre La Haye et Gouda.

124. Forage de Vinkeveen à l'ouest de Loenen-Vreeland.

Tous les forages sont traversés de lignes horizontales représentant les niveaux de A.P. et de 2, 4, etc. mètres au-dessous. Les chiffres à côté des forages indiquent le nombre de décimètres qu'il faut ajouter au nombre de mètres entiers qui est en-dessus, le chiffre 0 qu'on rencontre parfois indique par conséquent un nombre de mètres entiers.



Handwritten musical notation on a grid. The grid has 19 horizontal rows and 42 vertical columns. The columns are numbered 1 to 42 at the top, with a 'P' at the far right. The rows are numbered 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, and 19 on the left side. The notation consists of vertical lines with small letters (a, b, c, d) and numbers (1-9) placed at various points along the lines. Some lines are thicker than others, and there are some diagonal lines. The notation appears to be a form of shorthand or a specific musical notation system.

Handwritten musical notation on a grid. The grid has 12 horizontal rows and 84 vertical columns. The columns are numbered 43 to 84 at the top, with a 'P' at the far right. The rows are numbered 2, 4, 6, 8, 10, and 12 on the left side. The notation consists of vertical lines with small letters (a, b, c, d) and numbers (1-9) placed at various points along the lines. Some lines are thicker than others, and there are some diagonal lines. The notation appears to be a form of shorthand or a specific musical notation system.

Handwritten musical notation on a grid. The grid has 16 horizontal rows and 124 vertical columns. The columns are numbered 85 to 124 at the top, with a 'P' at the far right. The rows are numbered 2, 4, 6, 8, 10, 12, and 14 on the left side. The notation consists of vertical lines with small letters (a, b, c, d) and numbers (1-9) placed at various points along the lines. Some lines are thicker than others, and there are some diagonal lines. The notation appears to be a form of shorthand or a specific musical notation system.