Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Étude géologique de la région de Morez-les-Rousses (dép. Jura)

https://hdl.handle.net/1874/309972

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION DE MOREZ - LES ROUSSES

ÉTUDE GÉOLOGIQUE
de la RÉGION de MOREZ-LES-ROUSSES

ÉTUDE GÉOLOGIQUE

DE LA

RÉGION DE MOREZ-LES-ROUSSES

(dép. Jura)

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS, Dr. C. G. N. DE VOOYS, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE

OP MAANDAG 19 DECEMBER 1932,
DES NAMIDDAGS TE 4 UUR

DOOR

THEODOOR RAVEN

GEBOREN TE HILVERSUM

LABORATOIRE DE GÉOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

ÉDITEUR

FACULTÉ DES SCIENCES

—

1932

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

AAN MŸN VADER

Het zal niemand verwonderen dat dit proefschrift begint met enkele woorden van dank, gericht tot hen, die mij tot dusver geleid hebben. Ik heb er naar gestreefd deze regels te doen beantwoorden aan het zelfde ideaal, dat mij bij het schrijven van het wetenschappelijk gedeelte voor oogen stond : waarheidsliefde; mogen zij daaraan hun waarde ontleenen.

Gij, Hooggeleerde RUTTEN, Hooggeachte Promotor, zijt voor mij — evenals voor uw andere leerlingen — een vader in den ideëelen zin. Slechts zij, die het voorrecht hebben genoten, deel uit te maken van het gezin « Geologische excursie onder leiding van Prof. Rutten », zullen bevroeden hoe zeer ik dat meen. Met raad en daad hebt ge mij ten allen tijde ter zijde gestaan; uw kennis, uw werkkracht en uw critische geest zullen mij steeds tenvoorbeeld strekken.

Ook Gij, Hooggeleerde SCHMUTZER, hebt me uw raad nooit onthouden; van uw opmerkingsgave en uw inzicht heb ik zeer tot mijn voordeel herhaaldelijk kunnen profiteeren. Moge dit mij ook in de toekomst vergund zijn.

Dank zij uw onvergetelijke voordrachten, Hooggeleerde NIERSTRASZ, heb ik een groote liefde voor de dierkunde opgevat.

Aan uw bereidwilligheid, Zeergeleerde STRENGERS, dank ik de analyses van enkele gesteenten.

Ook U, Zeergeleerde SCHUURMANS STEKHOVEN en Hooggeachte FLORSCHÜTZ, ben ik dankbaar voor de vriendelijke hulp, die ik in mijn studententijd van U ondervinden mocht.

Ten laatste uit ik mijn dank aan U, Waarde VAN DIJK, voor de keurige uitvoering van de kaart en de profielen.

Introduction

Bien que le Jura ait été à la fin du siècle dernier l'une des montagnes les mieux connues du monde, il n'en a pas été de même à partir de cette époque. Le développement de nos connaissances sur sa structure n'a pu marcher du même pas que celui de beaucoup d'autres régions.

C'est surtout Albert Heim qui a beaucoup augmenté les notions que nous possédions sur le Jura par le résumé très clair qu'il en a donné dans la « Geologie der Schweiz ». Mais les régions qu'on a étudiées depuis en détail, paraissent montrer des détails intéressants, qui ne cadrent pas tous aussi bien avec le schéma de Heim : Ce sont en particulier les thèses de Sprecher et de Tutein Nolthenius, sur le décrochement de Vallorbe-Pontarlier.

Etant donné les intéressants résultats de ces ouvrages, nous avons pensé qu'il serait désirable d'explorer d'une manière détaillée la région du décrochement de Morez, surtout parce que les cartes géologiques préexistantes, savoir celles de Bourgeat et de Schardt, ne montrent que des décrochements sans fracture. Cette région était tout spécialement intéressante parce que deux décrochements à déplacement opposé se coupent l'un l'autre près de la Chaille. Grâce à l'existence de cartes à courbes de niveau, un levé détaillé était possible. Dès 1922, M. Em. de Margerie avait déjà remarqué dans sa bibliographie que les environs de Morez se prêtent très bien à une étude détaillée.

Nous pouvions nous associer à la thèse de M. Lagotala sur le décrochement de Saint-Cergue et à la notice de M. Pannekoek sur le prolongement de celui-ci.

Tous les levés furent exécutés durant les vacances d'été de 1928-1931 sur des agrandissements photographiques : 1 : 10.000 des feuilles, 1 : 20.000 à courbes de niveau de l'état-major ; plusieurs de mes confrères ont participé au travail.

Afin de déduire tous les détails de la tectonique, il était indispensable d'étudier assez amplement la stratigraphie, elle aussi. Pour cela, je pouvais me baser sur les travaux détaillés et exacts de Sautier, Bertrand, Bourgeat et Falconnier, tout en comparant mes résultats avec ceux des ouvrages mentionnés plus haut et avec ceux de Lee, de Joukowsky et Favre et de Favre et Richard. On trouvera la liste des ouvrages qui traitent notre région, dans la bibliographie placée à la fin de ce travail; quand il sera nécessaire ces publications seront discutées dans le cours du texte.

Notre ouvrage commence par la Stratigraphie, puis vient la Tectonique, suivie de considérations générales sur la structure de la région; la partie paléontologique est reportée à la fin comme appendice.

Nous ne terminerons pas cette introduction avant d'avoir remercié ceux qui ont facilité nos études en nous prodiguant leurs conseils précieux. Trois personnes, avec un dévouement merveilleux, ont appliqué une grande partie de leur activité à la réalisation de cet ouvrage. En premier lieu je veux nommer ma femme, qui m'a sans cesse aidé moralement, qui, avec une application sans défaut, m'a assisté en secrétaire et en dessinateur.

Mon cher maître vénéré, M. le Professeur L. Rutten m'a fait profiter de son esprit critique pour la solution des problèmes qui se présentaient aussi bien sur le terrain que dans son laboratoire. En outre, il a mis à ma disposition le matériel de son laboratoire et l'activité de ses employés. J'ajouterai même que sa femme et ses enfants m'ont aidé dans la recherche des fossiles.

Enfin M. le Professeur F. Roman ne m'a non seulement honoré par l'acceptation dans sa revue de ce modeste premier ouvrage d'un étranger dans le Jura, mais encore il a employé son temps précieux à en améliorer le français peu correct. En outre,

il ne m'a pas privé de ses bons conseils; de plus, il a déterminé les quelques Ammonites du Bajocien et Bathonien que j'ai pu recueillir.

Inutile de dire que nos meilleurs remerciements vont à lui en premier lieu.

Outre les trois personnes susdites, beaucoup d'autres m'ont prêté leur bienveillante collaboration. C'est d'abord M. J. Favre à qui je dois beaucoup, puisqu'il m'a aidé à m'orienter dans la paléontologie du Jura et qu'il nous a cédé une large place dans son cabinet de travail.

Si j'avais pu profiter plus longtemps de la riche expérience de MM. Roman et Favre, la partie paléontologique de cet ouvrage ne serait pas devenue si accessoire.

De même nous avons joui d'une grande hospitalité et d'une large occasion de travail dans le laboratoire de M. le Professeur L. W. Collet. Lui, ainsi que son chef des travaux, M. Ed. Paréjas, et ses élèves, m'ont offert leur aide de la plus sympathique façon. Outre l'hospitalité que j'ai trouvée au Musée d'Histoire naturelle de la ville de Genève, dont le directeur, M. Revillod, est prié d'accepter mes remerciements, j'ai profité encore de celle de M. le Professeur G. Dainelli, directeur de l'Istituto Geologico de Florence. Enfin, M. le Docteur Claude Gaillard, directeur du Musée d'Histoire naturelle de la Ville de Lyon m'a permis d'étudier la belle collection de Valfin. Il a eu, de plus, l'amabilité de m'envoyer un des types de cette collection à Utrecht pour me permettre une plus ample étude.

Quelques originaux de G. G. Gemmellaro m'ont aussi été envoyés par M. le Professeur R. Fabiano, directeur de l'Istituto Geologico de Palermo.

M. L. F. Spath, D. Sc., du British Museum natural history, a été assez aimable pour déterminer la plus grande partie de mes *Perisphinctes*. J'ai eu des entretiens aussi agréables que fructueux avec MM. Et. Joukowsky, A. Jayet, A. Lanquine, A. Falconnier et A. Riche.

M. le Professeur A. Lacroix et M. l'ambassadeur de la France à La Haye ont bien voulu me donner des introductions auprès des maires des communes où j'ai travaillé.

M. Péclet, des Rousses, s'est intéressé à nos travaux sur le terrain et nous a donné un bel exemplaire de *Natica leviathan*.

PREMIÈRE PARTIE

Stratigraphie

Généralités

Les niveaux à fossiles caractéristiques étant rares dans la région envisagée, nous nous baserons surtout sur la lithologie. Il en résulte que la valeur stratigraphique de nos limites n'est pas grande.

Bourgeat et Bertrand ayant démontré la grande variabilité lithologique de presque chaque niveau, et afin de ne pas risquer de prendre pour la règle un développement exceptionnel, nous avons toujours tâché de relever des coupes à plusieurs endroits.

Nous commencerons chaque description par celle du type, qui s'appliquera à l'ensemble de l'étage ou sous-étage; sauf indication contraire résultant de la description des diverses coupes, chaque couche présente les caractères du type. Quant aux détails exceptionnels des niveaux, nous ne décrirons que ceux qu'on ne peut pas trouver chez Etallon, Bourgeat et, pour les étages supérieurs au Portlandien, surtout chez Sautier. Leurs descriptions détaillées sont encore très au courant, et basées sur des quantités immenses de fossiles.

Nous ferons usage des abréviations suivantes : c. = calcaire (s),

m. = marne (s), m-c. = marno-calcaire (s). Je dénomme « bicolores » toutes les roches qui présentent en état frais une couleur gris-foncé, s'altérant superficiellement en beige plus ou moins brun.

Comme calcaire « micro-grumeleux » nous décrirons ceux, dont la pâte n'est pas également compacte, mais présente de petites masses compactes dans un ciment généralement plus cristallisé et toujours plus translucide. Souvent ces grumeaux contiennent une concentration de pigment ou de substances argileuses. Elles peuvent avoir des formes arrondies variables, leurs contours présentent toutes les gradations d'une limite très nette au passage insensible au ciment, dans le premier cas il est souvent impossible de les distinguer de galets. M. E. Joukowsky (*) vient de les observer en voie de formation sur le fond du Lac Léman, le ciment étant de la pyrite, le constitutif intégrant des granules de calcite. Quelques coupes minces nous ont montré que la cristallisation de la pâte peut influencer la forme des grumeaux.

De ces grumeaux à des oolithes il n'y a qu'un pas. En effet plusieurs coupes montrent que la structure concentrique et radiée devient invisible si l'oolithe renferme trop de granules non-orientés. Comme nous estimons qu'il ne convient pas de réunir sous le nom d'oolithes tous les éléments qui sont ronds ou ovales, ainsi que le font Twenhofel et Hatch and Rastall, nous employerons la classification suivante des calcaires d'origine physico-chimique, en nous basant en grande partie sur Zirkel.

1) structure concentrique et parfois radiée visible, contours extérieurs et limites des couches concentriques nets.
   a) diamètre maximum 2 mm.: *oolithes* typiques.
   b) plus grand : *pisolithes* typiques.
2) La structure concentrique est seule visible, mais les écailles sont parfois peu distinctes; contours nets.
   a) diamètre maximum 2 mm.: *oolithoïdes*.
   b) plus grand : *pisolithoïdes*.
3) pas de structure interne visible, contours nets.
   a) diamètre maximum 2 mm.: *suboolithes*.
   b) plus grand: *subpisolithes*.

(*) Communication orale.

4) pas de structure régulière du tout, contours peu nets, formes très variables.

a) diamètre maximum 2 mm.: *grumeaux,* structure micro-grumeleuse.

b) plus grand : grands grumeaux, structure grumeleuse.

5) calcaires compacts, lithographiques, etc.

Il va sans dire qu'il y a de passage graduel entre toutes ces divisions. Surtout les numéros 1, 2 et 3 sont liés intimement par leurs formes rondes ou ovales et leur genèse semble être la même, aussi on peut les réunir sous le nom d'oolithes dans le sens large.

Les termes de microbrèche et pseudo-oolithe peuvent être réservés aux formations détritiques.

Pour nos descriptions nous avons fait usage des observations résultant de l'étude de 300 coupes minces, néanmoins nous n'avons pas identifié chaque minéral. Notons cependant l'extrême rareté du zircon, par rapport au quartz clastique.

Au point de vue paléontologique, nous avons attaché un intérêt tout particulier à la récolte des fossiles. Le résultat de nos recherches étant inférieur à celui des auteurs qui nous ont précédé et à celui qui a été obtenu dans les régions environnantes, nous n'avons déterminé que les exemplaires typiques, surtout en ce qui concerne les Brachiopodes, Trigonies et tous les fossiles du **Spongitien.**

Jurassique inférieur

(DOGGER)

BAJOCIEN

Type : Calcaires microgrumeleux (les grumeaux ayant un diamètre de 0,2 mm. en moyenne), presque toujours spathiques, surtout les couches les plus grossières. Ces calcaires, qui sont toujours bicolores, sans qu'ils deviennent tout à fait bruns, sont divisés en bancs distincts de 10 à 160 cm.; parfois ils alternent avec des marnes ou marno-calcaires microgrumeleux, gris-foncé, plus ou moins feuilletés. Les débris d'*Echinodermes* ne font jamais défaut mais ils ne prédominent que rarement, les *Foraminifères*, les *Coraux* et les *Bryozoaires* sont toujours rares. Dans toutes les coupes minces nous avons trouvé quelques grains de quartz clastique.

La partie inférieure du profil ci-joint est basée sur des observations faites près d'En Aris et le long du ruisseau qui traverse le flanc SE. de l'anticlinal 7; la deuxième colonne s'applique aux épaisseurs constatées dans le ruisseau. Les niveaux 13 et 14 ont été mesurés le long du ruisseau de « chez Gaillau », où les affleurements sont très bons. Les épaisseurs indiquées dans la troisième colonne ont été observées à l'emplacement de la gare de Morez. Les épaisseurs des parties recouvertes de végétation ou d'éboulis sont marquées entre ( ), de plus elles sont comprises dans l'épaisseur totale du niveau. Les affleurements étant peu continus surtout près de l'axe de l'anticlinal 7, les épaisseurs des niveaux 1-9 sont peu exactes.

Coupe stratigraphique combinée

Niveaux	Ruisseaux mètres	Gare mètres	
15)	11,5	plus de 8	Base du Bathonien : C. un peu bicolores, tout à fait compacts ou micro-grumeleux, le diamètre des grumeaux ne dépassant que rarement 0,1 mm., bancs de 30 à 170 cm., alternant avec m.-c. feuilletés, gris-foncé, jusqu'à 10 cm. On y trouve des grains de pyrite de même grosseur que les grumeaux. On y rencontre de rares débris d'*Echinodermes* et de coquilles, et quelques *Foraminifères*. Dans d'autres couches les organismes font défaut. Le quartz clastique est moins rare que plus bas : dans un cercle de 2 mm. de diamètre on trouve en moyenne 8 grains, ayant un diamètre jusqu'à 0,09 mm. Ce niveau nous a fourni *Rhynchonella* sp. et un fragment de *Parkinsonia* cf. *depressa* Qu. var. *crassa* Nicolesco.
14)	6	5	M. typiques, occupant les deux tiers du volume total, alternant avec c. marneux plus fins que le type, se délitant en plaques irrégulières. Les couches respectives de m. ou c. sont peu épaisses, et discontinues. Ce niveau nous a fourni une *Pholadomya Murchisoni*, Sow. dans le ruisseau de « chez Gaillau ».
13)	5 à 6	5 (3,5)	C. un peu marneux, et dans la moitié supérieure beaucoup plus fins que le type, en bancs de 10 à 60 cm., se délitant en plaques très irrégulières, alternant avec

Niv.	Ruisseaux m.	Gare m.	
			m. typiques un peu sableuses, en couches de 5 à 10 cm. A Morez la base est très riche en débris d'*Echinodermes*. Le quartz clastique est un peu plus abondant que dans le type. L'affleurement en face de la gare des marchandises de Morez nous a fourni les fossiles suivants : *Terebratula, Pholadomya* et autre *Sinupalliate,* indét. Les *Ammonites : Parkinsonia* cf. *pseudoparkinsoni* Wetzel, *Cadomites Humphriesi* Sow. (stade coronatiforme). Les couches fossilifères, se trouvant de 3 à 4,5 m. sous le toit, sont peu continues, nous ne les avons observées qu'à Morez. On y trouve de la pyrite, en partie concentrée dans les fossiles.
12)	—	10	C. différant du type par la forte prépondérance d'*oolithes typiques,* ayant un diamètre de 1/4 à 1/2 mm. Notons que ces oolithes ne deviennent visibles à l'œil nu que dans la zone altérée, qui est plus jaunâtre et plus claire que celle de la roche typique. Dans le mètre supérieur des m.-c. typiques sont intercalés. L'affleurement nous a fourni une *Rhynchonella.*
11)	—	17,5 à 18	C. différant du type par la prépondérance d'*oolithes typiques,* de grosseur variable. Elles peuvent atteindre un diamètre de 1 mm. près du toit, où les débris d'*Echinodermes* augmentent. A l'état frais ces calcaires sont plus foncés que

Niv.	Ruisseaux m.	Gare m.	
			ceux du niveau 10, la zone altérée par contre est un peu plus claire et plus jaunâtre. Bancs jusqu'à 2 m. d'épaisseur, alternant avec m-c. subfeuilletés. (Entre les niveaux 10 et 11 il y a passage graduel.)
10)	16	13 à 15	C. typiques, plus clairs à mesure qu'on se rapproche du sommet, en bancs de 10 à 160 cm., ceux près des limites étant les plus minces. A Morez on y trouve 2 couches plus ou moins *oolithiques: a*) de 6 jusqu'à 6,25 m. au-dessus de la base ; *b*) de 7,85 à 8,65 m. de la base. La couche *b*) contient quelques intercalations marneuses, qui se trouvent aussi dans les 2,80 m. au sommet du niveau. Dans
		(0) à (2)	le lit du ruisseau ces marnes font défaut.
9)	4,5	4,5	M. feuilletées typiques alternant avec bancs ou nodules de c. typique, très riche en débris d'organismes, surtout d'*Echinodermes*. Ce niveau renferme quelques exemplaires de *Parkinsonia,* sp. ind. cf. *depressa* Qu.
8)	18	—	C. typiques, vers la base fins et alternant avec m. ou m-c. subfeuilletés ou a nodules calcaireux. Les m. manquent plus haut; là les grumeaux sont moins fins.
	4	—	Lacune, probablement occupée par des couches comme niveau 4-7.
7)	(1,2)	–	C. *oolithique* typique, résistant. Le diamètre des oolithes ne dépasse pas 0,9 mm., la pâte est cristalline. Les débris d'*Echinodermes* abondent, les débris de

Niv.	Ruisseaux m.	Gare m.	
			valves sont subordonnés. (N'a été observé qu'aux environs d'En Aris : 1,2 m. au moins.)
6)	1	—	Couche de transition de niveau 5 à 7, plus fine, plaquetée irrégulièrement. Près d'En Aris : 1 m.
5)	2	—	*Microbrèche échinodermique*, grossière, spathique, bancs épais et résistants, à *Pentacrinus*. (En Aris : 4 m., affleurant presque toujours, par exemple sur le sentier d'En Aris vers le SW.) (Transition progressive du niveau 4 à 5.)
4)	4,5	—	C. typiques, de grosseur variable, avec quelques délits marneux irréguliers; restes d'*Echinodermes* plus ou moins abondants. Près d'En Aris, accompagnés de quelques *Rhynchonella*, *Ostrea* et *Pecten*, la puissance est de 2,5 m.
3)	0,3	—	*Microbrèche organogène*, se délitant en dalles. On y trouve des débris d'*Echinodermes*, de coquilles et de *Coraux*. Les premiers, qui sont les plus communs, sont souvent silicieux. Les grumeaux sont subordonnés. La limonite est assez abondante, elle forme de petites taches, bien limitées, de forme irrégulière. Les *Pentacrines* et les *Belemnites* sont abondants.
2)	1, 1	—	*Microbrèche échinodermique* à chailles lenticulaires, riche en quartz secondaire et contenant quelques sphérolites de calcédoine. Ce niveau est riche en limonite.

Au ruisseau les *Echinodermes* ne prédominent pas autant, là nous avons trouvé quelques *Spongiaires*. (En Aris : 2 m.)

1) plus de 2 m. — C. typiques. (Près d'En Aris : parfois des valves en saillie.)

Il nous faut avouer que le parallélisme des niveaux d'En Aris et de ceux qui affleurent dans le lit du ruisseau n'est pas rigoureux. Le niveau à chailles nous a servi de point de repère et nous ne croyons pas que la différence de puissance et de grosseur des deux affleurements soit une objection sérieuse. Les niveaux 1 et 4-6 se laissent paralléliser assez bien aux deux endroits eux aussi, quoique dans le ruisseau les *Pentacrinus* soient beaucoup moins abondants.

Si nous essayons d'emplacer les trois niveaux typiques d'En Aris (niveau 2, 3 et 7), dans les lacunes de la coupe du ruisseau, nous voyons que la seule position raisonnable des oolithes est au-dessous du niveau 1. Il en résulte que le niveau à chailles d'En Aris doit être environ 10 m. plus bas que celui du ruisseau, tandis que toutes les observations au ruisseau et au tracé du profil 5 indiquent que l'affleurement d'En Aris se trouve à la même hauteur stratigraphique, ou bien un peu plus haut.

Nous avons observé dans quelques endroits des couches inférieures à celles de la coupe, mais il ne nous a point été possible de constater leur succession. Dans le ruisseau une faille les sépare du niveau 1. Ces roches sont en général un peu plus grossières que le type, les *Echinodermes* y peuvent prédominer.

BATHONIEN ET CALLOVIEN

A : Bathien ou Vésulien

Le type du Bathien ne se distingue de celui du Bajocien que par les grumeaux plus fins; les débris d'*Echinodermes*, ne manquant que rarement, sont plus fins que ceux du Bajocien eux

aussi. En outre, les calcaires des niveaux 15 et 16 sont moins spathiques ; la couleur grise des niveaux 17-19 est un peu rougeâtre. Le quartz clastique a la même fréquence que plus bas. Les *Foraminifères* sont peu abondants, les *Textularidae* prédominent.

Dans la deuxième colonne de la coupe stratigraphique on trouve les épaisseurs constatées dans le lit du ruisseau de « chez Gaillau », dans la troisième celles de l'escarpement au N. du tunnel tournant entre Morez et Belle-Fontaine.

Coupe stratigraphique combinée

Niv.	Gaillau m.	Morez m.	
19)	—	0,93	C. typique, les grumeaux sont plus arrondis, plus nettement limités, et un peu plus grands. On y trouve quelques galets jusqu'à 0,2 mm. de diamètre et quelques agrégats de pyrite. La surface raboteuse est pleine de cavités, sphériques ou tubiformes, d'un diamètre de 0,5 à 3,5 mm. Toutes ces cavités sont tapissées — ou plus rarement remplies — de limonite.
18)	6,15 (4)	6,15	C. plus grossiers que le type, le 1/4 jusqu'au 1/2 du volume composé de débris d'*Echinodermes* et de coquilles subordonnées. La limonite est assez abondante dans la zone altérée, elle s'y trouve en taches plus ou moins petites, bien limitées ou non. Au ruisseau de « chez Gaillau », les Echinodermes sont moins prédominants.

Niv.	Gaillau m.	Morez m.	
17)	8	13,8	C. typiques. Dans la combe de Belle-Fontaine : vers le haut un peu plus grossiers et à alternances marneuses subordonnées. Dans le ruisseau les marnes prédominants commencent dès la base. Dans la moitié supérieure la limonite forme des petites taches qui peuvent occuper le tiers de la surface. Ce niveau contient quelques restes de *Lamellibranches*.
	(3)		
16)	11,20	—	C. plus fins que le type, quelques bancs même compacts, en couches de 30 à 60 cm., alternant avec m. typiques de 2 à 60 cm. On y trouve quelques granules de pyrite et quelques *Rhychonelles* et restes de *Lamellibranches*. Les calcaires prédominent.
	2,50	—	Lacune.
15)	11,5	plus de 8	C. typiques ou compacts, le diamètre des grumeaux ne dépassant que rarement 0,1 mm., bancs de 30 à 170 cm., alternant avec m-c. feuilletés, gris-foncé, jusqu'à 10 cm. On y trouve des grains de pyrite des mêmes grosseurs que ces grumeaux. On peut y trouver de rares débris d'*Echinodermes* et de coquilles, et quelques *Foraminifères*. Dans d'autres couches les organismes font défaut . Le quartz clastique est moins rare que dans les niveaux inférieurs : dans un cercle de 2 mm. de diamètre on trouve en moyen 8 grains, ayant un diamètre jusqu'à 0.09 mm. Nous avons trouvé des *Rhynchonelles* et *Parkinsonia* cf. *depressa* Qu. var. *crassa*, Nicolesco.

Cette coupe est beaucoup plus exacte que la précédente; les affleurements au SW. du ruisseau présentent — avec beaucoup de lacunes — la même succession.

B : Bradfordien et Callovien inférieur

Type : Tout le premier alinéa de la description du Bathien s'applique aussi au Bradfordien et au Callovien inférieur. L'épaisseur moyenne plus grande des couches calcaires : 0,25-2 m., et la couleur un peu plus claire des marnes, qui sont en outre plus abondantes, font les seules différences. Les calcaires fins deviennent farineux-grumeleux sous l'influence des agents atmosphériques, ils se délitent en plaques fort irrégulières, friables, à surface raboteuse. En général, leur pâte est moins grossièrement spatique que celle des calçaires plus bas. Souvent la différence entre les couleurs, fraîches et altérées, est minime. Dans la majorité des coupes minces nous avons observé des agrégats, sphérolitiques ou non, de quartz et de calcedoine. Le quartz clastique, par contre, est plus rare que dans les étages inférieurs.

La deuxième colonne de la coupe suivante s'applique aux affleurements le long du ruisseau de la combe du Mont Fier, un peu en amont du confluent avec celui de la combe Berthod ; la troisième indique les épaisseurs de la coupe, prise à l'W. du tunnel tournant entre Morez et Belle-Fontaine.

Coupe stratigraphique combinée

Niv	Ruisseau m.	Morez m.	
26)	2,5	—	C. typiques, alternances plus ou moins tendres et marneuses.

Niv.	Ruisseau m.	Morez m.	
25)	6,2	± 5?	C. beaucoup plus grossiers que le type, surtout vers le haut ils sont *oolithiques*, à la base ils renferment quelques suboolithes. Les débris d'*Echinodermes* abondent, mais ils ne prédominent qu'au cimetière de Morez, à la base du niveau. Les grains de quartz clastique ont un diamètre de 0,07 mm. en moyenne. La limonite est abondante. Puis on y trouve quelques *Bryozoaires*, *Huîtres* et *Belemnites* mal conservés.
24)	3,1	± 2,5	C. typique fin, dur. La limonite augmente vers le haut.
23)	10,4	± 12	C. typiques, assez variables, renfermant beaucoup de débris de valves de Lamellibranches (petits *Pectinidés*) en partie transformés en calcédoine. M. tout à fait subordonnées, manquant dans le lit du ruisseau. Les 3 mètres au toit renferment dans la combe de Belle-Fontaine quelques *oolithes typiques* et — de 2 à 3 m. du toit — beaucoup de débris d'*Echinodermes*. En outre, la roche y devient plus grossière et plus spathique à mesure qu'on s'approche du sommet.
22)	5	4,5	C. typiques, plus dur que dans le niveau 21, formant paroi, avec quelques débris d'*Echinodermes*. Dans la coupe de la troisième colonne la moitié supérieure renferme des *oolithes typiques;* surtout au ruisseau tout le niveau contient des alternances un peu marneuses.

Niv.	Ruisseau m.	Morez m.	
21)	14 à 18 (7 à 11)	14 à 18	C. typiques, indistinctement lités, moins durs que dans le niveau 20, alternant avec m. typiques, prédominants. Ce niveau renferme *Pholadomya Murchisoni*, Sow., dont une partie correspond à la variété *Bellona*, d'Orb. En face de la vieille église de Morez nous y avons récolté en outre : *Pleuromya sp.*, *Trigonia sp.* Là les grumeaux sont un peu plus fins, la coupe mince renferme de la pyrite. Dans la combe de Belle-Fontaine la base du niveau nous a fourni : *Pholadomya Murchisoni*, Sow., *Ph.* cf. *lineata*, Goldf. *Goniomya scalprum*, Ag., *Trigonia sp.*
20)	(2,5)	2,7-3,5	M. typiques, à quelques rares débris d'*Echinodermes* et de coquilles. Ces marnes reposent directement sur niveau 19.

A propos de cette coupe il faut remarquer que dans le lit du ruisseau de « chez Gaillau » et le long du ruisseau de la combe du Mont Fier à 795 m. d'altitude l'ensemble de tous ces niveaux est beaucoup plus uniforme que dans la coupe ci-dessus. Les niveaux 24-26 sont probablement écrasés par places, d'autres fois ils sont couverts de dépôts glaciaires. Hélas l'affleurement à 795 m. est le seul où nous avons observé le contact du Callovien moyen avec la dalle nacrée, le niveau 26 y semble manquer. A 825 m. d'altitude dans le lit du même ruisseau les couches supérieures au niveau 26 sont couvertes d'alluvions et de glaciaire.

Nulle part nous n'avons retrouvé les marnes à *Rhynchonella varians*. En 1885, quelques membres de la Société Géologique de France en ont visité un affleurement « derrière une maison à la grande route » à Morez. Nous avons visité grand nombre de jardins, sans rien trouver.

A 500 et à 700 m. à l'E. du nez du Mont Fier nous avons constaté la même succession des niveaux 24-26.

A l'exception d'un *Macrocephalites macrocephalus,* que nous avons trouvé à côté d'une tranchée nouvellement ouverte à l'E. du champ de tir de Morez, nous n'avons découvert aucun niveau fossilifère permettant de séparer le Callovien inférieur du Bathonien supérieur. La gangue du fossile mentionné est la dalle nacrée typique, gris foncé. Au bord du ruisseau de la combe du Mont Fier, à 795 m. d'altitude, un banc de la même roche, à grumeaux limonitiques, se trouve intercalé entre un calcaire plus fin et moins limonitique (niveau 25 ou 26?) et le Callovien moyen très fossilifère. Ce banc, d'une puissance de 60 cm., ne nous a fourni que quelques jeunes *Térébratules.*

A l'E. de la place du marché de Morez nous avons trouvé dans niveau 23 l'empreinte d'une *Oppelia.*

C : Callovien moyen : 0-1,3 m.

Type : Calcaire ou marno-calcaire subcompact gris, dur, à grandes suboolithes ou oolithoïdes de « limonite », plus rarement de glauconie. Ces suboolithes sont irrégulièrement disséminées, par places elles font défaut. Les débris d'*Echinodermes* sont plus ou moins abondants. C'est le niveau le plus fossilifère de notre région. On y trouve surtout des *Ammonites* en bon état de conservation, savoir :

Hecticoceras punctatum, Stahl.
Hecticoceras Salvadorii, Par. et Bon.
Hecticoceras cf. *lunuloïdes,* Kilian.
Hecticoceras cf. *cracoviense,* Neum. (*var. a?*).
Stephanoceras coronatum, Brug.
Lophoceras pustulatum, Rein.
Cosmoceras Jason, Zieten.
Kepplerites sp.

Reineckeia sp. indéterminable, fragment de grande taille.

M. L. F. Spath D. Sc. a eu l'obligeance de déterminer mes *Perisphinctes :*

Choffatia Recuperoi, Gemm.
Choffatia cf. *Waageni*, Teiss.
Choffatia sp. ind. cf. *funata*, Oppel.
Choffatia sp. ind. cf. *Sakuntala*, Spath.
Choffatia sp. juv. ind.
Grossouvria crassa, Siem.
Grossouvria tenella, Siem.
Grossouvria sp. juv. ind.
Subgrossouvria (*Alligaticeras?*) *sp. ind.* cf. *lytoceratoïdes*, Loczy.

Enfin nous avons trouvé *Terebratula sp.*, *Pleurotomaria sp.*, *Nautilus kutchensis*, Waag. et plusieurs *Belemnites.*

Dans le lit du ruisseau de la combe du Mont Fier nous avons constaté à 1.020 m. d'altitude une épaisseur de 50 cm. pour le type, séparée du type du Callovien inférieur par 75 cm. d'un calcaire plus spatique que le type du Callovien moyen, friable, en plaques fort irrégulières. Les débris d'*Echinodermes* abondent, souvent en larges concentrations irrégulières en forme de racines. Les autres fossiles sont très rares. Surtout la base est riche en limonite. A 15 mètres en aval ces couches inférieures ont une puissance de 55 cm.; 20 et 60 m. en amont toutes les couches à suboolithes ferrugineuses font défaut, le Spongitien y repose sur les calcaires typiques du Callovien inférieur. Aux Rivières (localité fossilifère marquée sur la carte), l'épaisseur totale du Callovien moyen est de 0,75 m., probablement réduite tectoniquement; 600 m. vers l'E., aux deux côtés de la route, elle atteint 1,25 m. En 1885, lors de la réunion extraordinaire, la Société Géologique de France semble avoir trouvé la *Reineckia anceps* à l'W. du cimetière de Morez. Jadis on pouvait constater au même endroit l'absence des marnes oxfordiennes à Ammonites pyriteuses.

Résumé du Dogger

En résumant les descriptions ci-dessus, nous voyons que les diverses subdivisions lithologiques : Calcaire à Entroques, Oolithe inférieure, Calcaire à Polypiers, Calcaire marneux, Grande Oolithe, Marnes du Furcil, etc., sont peu marquées. Comme les fossiles ne sont jamais assez abondants pour servir de points de repère dans le terrain, on est obligé de se baser sur les niveaux lithologiques pour lever la carte.

Les *microbrèches échinodermiques* se trouvent :

a) dans la partie inférieure du Bajocien,

b) dans niveau 18, où elles sont plus fines que les précédentes et que les suivantes,

c) dans le Callovien inférieur ou bien au sommet du Bathonien. Ces microbrèches sont partout plus riches en limonite et plus grossières que les calcaires limitrophes.

Les *calcaires oolithiques* caractérisent les niveaux 7, 11, 12 et 25; remarquons que tous ces niveaux se trouvent immédiatement au-dessus de niveaux plus riches en *Echinodermes* que le type.

Les *calcaires* plus ou moins *compacts* (niveaux 15 et 16) sont très typiques, mais ils affleurent rarement.

Il en est de même des *marnes* du niveau 20.

Il va sans dire que le Callovien moyen est un niveau paléontologique et lithologique par excellence.

Quant aux différences d'épaisseur et de coloration des divers calcaires, elles sont en général trop minimes pour servir comme caractères distinctifs. On ne peut, de même, se baser sur la fréquence des intercalations marneuses.

Les niveaux 1 — 7, 17 — 19 et 22 — 25, étant les plus résistants, déterminent souvent des parois ou crêts dans la topographie, les autres niveaux forment les fonds de vallons plus ou moins marquées.

Comme on le constate, la succession des diverses roches est intermédiaire entre celle qui a été observée par ETALLON à St-Claude, et la série de microbrèches échinodermiques, étudiées par LEE à la Faucille. Le Dogger des environs de Vallorbe offre peu de points de ressemblance.

Pour ce qui est de notre division stratigraphique nous voulons remarquer que les étages et sous-étages, tel que nous les admettons, s'accordent aux régions limitrophes dans leurs puissances.

Quant à la limite entre le Bajocien et le Bathonien, il est bien possible qu'elle se trouve un peu plus haut, car un seul fragment de *Parkinsonia* du niveau 15, sans détermination certaine, ne permet pas, à plus forte raison, de baser une limite exacte sur ce fossile.

La zone à *Peltoceras athleta* et *Cosmoceras ornatum* semble manquer dans le territoire étudié.

Jurassique supérieur

(MALM)

OXFORDIEN

Comme nous l'avons constaté dans le lit du ruisseau de la Combe du Mont Fier, et comme on a pu l'observer jadis au-dessus du cimetière de Morez, l'Oxfordien manque entièrement dans notre région, de même qu'aux environs de Saint-Claude.

ARGOVIEN

A : Spongitien ou Argovien inférieur

Type : Calcaires compacts, gris, durs, et marnes fines, grises, très fossilifères.

Après le Callovien, le Spongitien est le niveau le plus fossilifère de la région. La faune se compose de *Spongiaires*, *Rhynchonelles* et de plusieurs *Ammonites*. Nous n'avons pas tâché de déterminer toute notre récolte; elle ne comprend pas le *Peltoceras transversarium*.

Dans le lit du ruisseau à 500 m. à l'E. du nez du Mont Fier, le Spongitien débute par 1,5 m. environ de calcaires gris-foncé, bien lités. Puis viennent des marnes très fossilifères : 2,5 m. Des lentilles et plaques de calcaire y sont intercalées en masse. Elles présentent des formes très irrégulières, à surface raboteuse; leur épaisseur varie de 0,5 à 3 cm., leur surface minimum est de 10 cm². Dans ce niveau nous avons récolté plusieurs fossiles sur la route de Morez à Belle-Fontaine, citons : *Ochéto-*

ceras canaliculatum, MUNST., *Perisphinctes Elisabethae*, DE RIAZ.

Les calcaires couronnant ces marnes ne diffèrent de ceux de la base du Spongitien, que par leur couleur un peu plus claire ; elles présentent des taches noir bleuâtre, limonitiques dans la zone extérieure. La coupe mince nous montre de la pyrite assez abondante, souvent formant des agrégats de formes arrondies. Le pigment des taches noires est de la pyrite très finement disséminée. En outre, la coupe mince renferme des débris d'*Echinodermes* et quelques grains de quartz clastique. Les failles nous ont empêché d'évaluer la puissance de ce niveau. En tout cas l'épaisseur totale du Spongitien ne dépasse 10 m. A 795 m. d'altitude au bord du ruisseau de la combe du Mont Fier la puissance totale n'est que 1 m. 10, probablement laminée.

Dans le lit du ruisseau à 600 m. à l'ESE. du Mont Fier nous avons trouvé entre autres un *Dichotomosphinctes Grossouvrei* SIEM., et un *Dichotomosphinctes falculae*, RONCH., déterminés par M. L.-F. SPATH, D. Sc.

Les calcaires spongitiens étant plus résistants que ceux de l'Argovien supérieur, ils forment souvent un replat à la base du talus argovien.

La ressemblance avec les régions limitrophes est évidente.

B : Argovien supérieur

Type : Marnes grises, plus ou moins fines, alternant ou non avec calcaires gris, bien lités, plus ou moins marneux.

Malgré sa grande épaisseur (de 200 m. en moyenne), ce sous-étage offre peu d'intérêt. Aux Rivières, au N. de la localité fossilifère du Callovien, l'Argovien supérieur débute par 6 m. de marnes plus ou moins feuilletées. Dans les 2 m. 80 supérieurs se trouvent des intercalations calcaires, chacune d'une épaisseur de 0 m. 50 au plus. Dans les 0 m. 45 au sommet de ce niveau nous avons trouvé quelques *Perisphinctes* indéterminables.

Puis vient un complexe de marnes semblables aux précédentes ; la zone altérée est plus claire et plus bleuâtre. L'épaisseur est au moins de 35 m.; à 6 m. au-dessus de la base elles renferment beaucoup de *Perisphinctes* peu déterminables, en outre la pyrite y est assez abondante. Ces couches fossilifères affleurent bien dans le lit du ruisseau, 600 m. à l'ENE. du Mont Fier. Là nous avons un exemplaire de *Dichotomosphinctes Grossou-*

SIEM. ; dans le bout de la combe Berthod nous avons trouvé un *Dichotomosphinctes sp. ind.*

Comme nous n'avons pas réussi à tracer le parallèle entre les couches successives de marnes et calcaires immédiatement inférieures au Séquanien, nous n'avons pas poursuivi nos efforts vers la base. En outre les affleurements sont en général peu continus.

Les bancs calcaires ne dépassent que rarement une épaisseur de 0 m. 50, souvent ils présentent quelques petites taches de limonite. La coupe mince nous montre un calcaire compact à quelques débris d'*Echinodermes limonitiques* et quelques rares grains de glauconie.

La fréquence des bancs calcaires augmente vers le toit.

De même que les calcaires, les marnes sont peu fossilifères ; par ci par là se trouvent quelques *Lamellibranches* ou quelques *Crinoïdes : Balanocrinus subteres,* GOLDF., et espèces voisines, plus pentagonales. Les *Térébratules* sont plutôt rares.

En résumé, on voit que notre Argovien ne diffère pas de celui des régions voisines.

Nous n'avons pas retrouvé le niveau de grès (niveau 48) observé par FALCONNIER dans l'Argovien supérieur du Creux du Cruaz (Vaud).

SEQUANIEN

Nous le divisons en deux :

A. — SÉQUANIEN INFÉRIEUR, facies marneux : 55 m. environ.

Type : Calcaires et marno-calcaires compacts, gris-beige, plus

durs et plus brunâtres ou jaunâtres que ceux de l'Argovien, alternant parfois avec marnes grises feuilletées ou non, le plus souvent en délits de 1-10 cm.

Les limites du Séquanien sont très difficiles à préciser. A. Falconnier a montré que cet étage débute par deux niveaux à *Perisphinctes,* dont l'inférieur renferme en abondance *l'Astarte Vocetica,* Moesch. Nous avons retrouvé la couche à *Astarte* à cinq endroits, savoir:

1° au détour du chemin vers la Crêt des Sauges sur le talus NW. de la Combe du Vert, à l'E. de la faille.
2° dans le fond de la Combe du Vert, 540 m. plus vers le NE.
3° dans la tranchée du sentier au bout SW. de la combe du Mont Fier.
4° au bout SW. de la combe Berthod.
5° au détour du sentier montant aux Entreroches, à l'E. du Puits.

Tous ces affleurements sont dépourvus de *Perisphinctes* déterminables, leur position stratigraphique est à 50-60 m. au-dessous des bancs à Brachiopodes, etc., que nous mettons au sommet du Séquanien inférieur. Aux escarpements du Mt. Fier et de Gouland, où nous avons relevé des coupes complètes, nous n'avons trouvé ni *Astarte,* ni *Perisphinctes.*

Les couches sous-jacentes ne renfermant pas de fossiles, il est impossible d'en déterminer l'âge. Nous avons cependant suivi l'exemple de Falconnier en les attribuant à l'Argovien, faisant commencer le Séquanien par le calcaire marneux à *Astarte Vocetica,* Moesch.

Les caractères généraux du Séquanien inférieur sont très constants ; partout ce terrain forme la transition progressive du facies marneux de l'Argovien au massif de calcaires oolithiques et compacts du Malm supérieur. Cependant la succession des couches inférieures est très variable, de même que leur richesse de fossiles. Les couches successives de marnes et de calcaires des unités représentées dans le profil ci-joint, ne se correspondent pas aux différents endroits où nous avons relevé les coupes : Mont Fier, Gouland et Morez. Aussi nous renonçons à donner ces détails ennuyeux et inutiles.

Par contre la partie supérieure n'offre que peu de variations, les niveaux 3-8 s'appliquant aussi bien à l'escarpement au-dessus de Morez qu'à l'affleurement à l'E. de la Halte du Sagy.

Coupe combinée, de bas en haut :

9) 1 m. 15 : Base du Séquanien supérieur : c. gris-clair compact, à pisolithoïdes beiges plus ou moins brunâtres. Les 15 cm. inférieurs forment une transition au niveau 8.

8) $0^{m},5—0^{m},7$: m. jaune-beige: Séquanien inférieur.

7) 1 m. 15 à 2 m. 10 : c. comme dans le niveau 6, parfois tacheté de brun, en bancs de 40 à 90 cm. Ce niveau renferme beaucoup de *Crinoïdes, Echinides, Rhynchonelles Rh. trilobata* var. *Moeschi*, Haas, *Rh.* cf. *inconstans*, Sow., *Huîtres* et quelques *Térébratules*. Près de Gouland nous y avons trouvé en plus: *Pinna granulata*, Sow. et *Mytilus* cf. *perplicatus*, Ltall.

6) 8 m. 25 : c. gris, plus ou moins jaunâtres, compacts ou microgrumeleux, un peu marneux vers la base. Les bancs de 10 à 50 cm. sont en général séparés par m. feuilletées de 1 à 27 cm. Vers le toit on trouve quelques débris de fossiles, formant une véritable lumachelle à éléments incrustés de calcite au S. de Belle-Fontaine. A 775 m. au N. de Sous-les-Barres ce niveau nous a fourni un *Pholadomya lineata*, Goldf.

5) 0m. 50 à 1 m.: c. comme le niveau 4, sans suboolithes, mais à grands grumeaux bicolores, qui contiennent souvent de la pyrite visible à la loupe; quelques débris de fossiles. (Ce niveau n'a été observé qu'au-dessus de Morez.)

4) 0 m. 50 : c. compact gris-beige, à suboolithes bicolores disséminées. Cette couche typique n'a été observée qu'au-dessus de Morez et dans la Combe Sèche à l'W. des maisons du Fort du Risoux.

3) 2 m. 50 à 3 m. : m. très fines, gris-beige.

2) 20 à 21 m. : alternances comme niveau 1, mais les c. prédominant un peu. Au Mont Fier et à l'W. de Morez les bancs calcaires ont des épaisseurs de 10 à 30 cm., au-dessus de Gouland ils sont plus épais et plus riches en limonite. Vers le milieu de ce niveau nous avons récolté à Morez un fragment de *Perisphinctes* indéterminable.

1) 20 m. environ : alternances de m., m-c. et c. typiques. L'épaisseur totale des m. est environ 1 fois 1/2 celle des c. Les complexes marneux les plus épais, se trouvent surtout vers la base et peuvent atteindre 4 m. 1/2 de puissance. L'assise commence par un banc de c. plus ou moins marneux à *Astarte Voltica*, Moesch, avec de très rares débris de *Perisphinctes* indéterminables. Un peu plus haut cette assise nous a fourni à divers endroits : *Pholadomya hemicardia*, Roem., *Ph. canaliculata*, Roem., *Ph. paucicosta*, Roem., *Goniomya constricta*, Ag., *Anatina (Cercomya) antica*, Ag., *Pinna lanceolata*, Sow., puis les fossiles indéterminables suivants : *Pentacrinus*, *Térébratules*, *Huîtres* et *Cyclobranche*.

Les affleurements au N de Gouland à 940 m. d'altitude appartiennent au même niveau, ils nous ont fourni : *Pholadomya hemicardia*, Roem., *Terebratula bicanaliculata*, Ziet. Douv., *Ter.* cf. *Zieteni*, de Lor., *Rhynchonella trilobata*, Ziet., *Rh.* cf. *pectunculata*, d'Orb., *Pectinide* indét., *Ostrea* indét.

A l'W. de Morez nous avons trouvé dans la moitié supérieure du niveau 1) deux couches fossilifères, la couche inférieure au

bord d'un étang artificiel à 932 m. d'altitude environ, à une cinquantaine de mètres au S. du sentier qui gravit l'escarpement. Les couches sont riches en *Térébratules, Rhynchonelles* et débris de *Pinna* (?) et d'*Huîtres*. Ces calcaires sont gris foncé, plus beige à l'extérieur. Il est possible que l'affleurement fossilifère à 1.060 m. au bord S. du ruisseau de Sous les Barres soit du même niveau ; là nous n'avons pas trouvé les *Pinna*, par contre ce gisement nous a fourni quelques restes indéterminables de *Perisphinctes*, de *Pectinides* et de plusieurs *Brachiopodes*.

Enfin l'affleurement à l'E. de la Roche Fendue à 840 m. d'altitude pourrait être la base du Séquanien; quelques empreintes de valves présentent la forme générale de l'*Astarte Vocetica*, sans permettre une détermination. La coupe mince nous montre un calcaire subcompact renfermant des débris d'organismes divers, peu abondants, les *Echinodermes* prédominant. Le quartz clastique est moins rare que dans la coupe mince de l'Argovien, par places les grains sont amassés dans les grumeaux, qui sont riches en limonite. Les contours de ces grumeaux sont assez nets. La distance stratigraphique du sommet du sous-étage semble ici dépasser 65 m., mais il est possible que tout le complexe ait glissé.

En résumé on peut conclure de ce qui précède que notre Séquanien inférieur présente de grandes analogies avec celui du Marchairuz (Vaud). Cependant sur ce dernier point, Falconnier n'a observé qu'une épaisseur de 34 m. au total.

B : Séquanien supérieur

Facies calcaire : environ 135-150 m.

Types : Calcaires, A : pisolithoïdes beige-brun dans une pâte beige plus ou moins compacte, à débris de *Crinoïdes*, d'*Echinides* et de coquilles ;

B : oolithoïdes et pisolithoïdes blanchâtres dans une pâte blanchâtre, débris des mêmes fossiles que du type A, moins abondants ;

C : calcaires finement cristallisés, gris, beiges ou jaunes, à aspect dolomitique, stériles ;

D : calcaires plus ou moins compacts, gris, souvent tacheté de brun, rouge vineux ou jaune. Fossiles rares.

Comme on le voit en comparant les divers types ci-dessus, le Séquanien supérieur est extrêmement variable. Aussi il est totalement impossible de mettre en parallèle les coupes stratigraphiques prises aux divers endroits. De même il est impossible de le délimiter nettement. Sa limite inférieure correspond à celle qui a été acceptée par Falconnier, cependant chez nous le changement de facies est moins rapide : les couches supérieures du Séquanien inférieur ressemblent déjà à celles à la base du sous-étage supérieur.

La limite avec le Kimeridgien est extrêmement vague; nous n'avons point trouvé le développement typique des marnes du Banné, qui marquent le Kimeridgien inférieur plus vers le N.E., sur territoire suisse.

Les calcaires du type A prédominent dans les 20 m. à la base du Séquanien supérieur, plus haut ils font défaut, par place ils peuvent même être localisés aux 7 m. les plus bas. En général les pisolithoïdes, qui peuvent atteindre un diamètre de 1 cm. 1/2, sont plus brunes dans la partie orientale de notre région, tandis que dans la partie occidentale elles sont plus claires et plus beiges. Souvent on peut voir à l'œil nu qu'elles sont concentriques : des couches brunes et beige-clair se sont déposées successivement. En général les oolithoïdes se sont formées autour d'un noyau quelconque; c'est souvent un débris d'*Echinoderme* ou de valve de *Mollusque*. Dans le dernier cas, les couches suivent les sinuosités de la valve, de sorte que les pisolithoïdes sont souvent très allongées et courbes. Ces oolithoïdes constituent le meilleur diagnostic du Séquanien tel que nous le délimitons. Subordonnées aux pisolithoïdes, le type A comprend des oolithes typiques et des oolithoïdes des mêmes couleurs que les pisolithoïdes. Les bancs peuvent être plus ou moins distincts et d'épaisseur variable.

La faune des calcaires qui nous occupent semble être la même que celle des niveaux supérieurs du sous-étage précédent, mais les fossiles sont beaucoup moins nombreux, sauf quelques piquants d'oursins, mal conservés. Par places on y trouve du quartz sphérolitique, il peut être concentré dans les débris de valves, ou à la limite des agrégats de calcite recristallisée.

Les calcaires du type B se trouvent au-dessus de ceux du type A, ils peuvent alterner avec les types C et D. Entre A et B on peut, par places, observer un passage graduel, par exemple dans l'escarpement à l'W. de Morez, et au S. de Belle-Fontaine. Sur ce dernier point les calcaires à oolithoïdes blanchâtres sont déjà intercalés dans ceux du type A. Dans la Combe du Vert, par contre, A et B sont souvent séparés par quelques bancs du type C.

Les oolithoïdes blanches peuvent présenter les mêmes formes allongées et courbes que nous avons décrites du type A, ces formes sont communes surtout dans la moitié inférieure du sous-étage. Les oolithoïdes et pisolithoïdes et les suboolithes qui s'y trouvent intercalées, ou mêlées dans la même couche, peuvent ressembler à celles des couches à la base en présentant des teintes beiges ou même brun-clair. D'autres sont un peu rosées. La pâte est presque toujours grossièrement spathique. Les plans de couche sont souvent peu nets, les couches épaisses prédominent.

La faune peu abondante se compose de divers *Coraux*, *Stromatopores*, débris d'*Echinodermes*, et de quelques *Brachiopodes*, puis des *Lamellibranches* rares : les *Huîtres*, *Pectinides* et *Diceras* prédominant. Les *Nerineidae* sont rares, citons un moule fort roulé, dont la coupe axiale présente les caractères typiques de *Ptygmatis Mosae*, D'ORB. Nous l'avons trouvé sur le bord W. du plateau du Risoux à 950 m. à l'E. de Trélarce.

Un *Ptygmatis* indéterminable provient du coude de la route nationale au Turu. Ses caractères semblent intermédiaires entre ceux de *Pt. bruntrutana*, THURM. et de *Pt. erronea*, ZITT.

Quant aux calcaires du type C., la place et l'épaisseur totale qu'ils occupent dans le Séquanien supérieur peut changer con-

sidérablement. Ils sont très développés dans la partie N. de la Combe du Vert, où ils se trouvent tout à fait à la base. Au NW. de l'Etang Paget ils sont intercalés de plus dans les sub-oolithes blanchâtres au sommet du Séquanien. Dans le coin SW. de la carte par contre ils forment un massif puissant situé un peu plus haut que le milieu du sous-étage.

Il est facile de se tromper en les prenant pour les « dolomies » portlandiennes. Ils présentent diverses nuances de gris et de jaune-brun, ces teintes peuvent être continues ou irrégulièrement tachetées, ou bien des bandes fines plus ou moins brunes peuvent alterner. Les bancs sont toujours bien distincts et parfois en plaquettes. Là où ils alternent avec le type D, il est impossible de distinguer le Séquanien du Portlandien. Cette ressemblance des deux étages est très frappante à côté du chemin de Morez au Béchet; les couches portlandiennes au S. du Pont de Morez ne se distinguent du Séquanien que par quelques lits de corgneules. C'est seulement en montant les premières roches, à la hauteur d'une vingtaine de mètres, qu'on trouve quelques restes d'*Echinodermes* et des oolithoïdes qui indiquent le Séquanien. Mais, ces affleurements sont séparés de ceux qui sont au-dessous par une brèche tectonique, indiquant le décrochement de Morez.

Les calcaires plus ou moins compacts (type D) ressemblent au Portlandien eux aussi. Ils sont en général bien lités, plus rarement en plaquettes. Souvent ils se distinguent du Portlandien par leurs taches irrégulières de couleurs vives : jaune, rouge ou brun. Ou bien ils renferment quelques rares fossiles : *Rhynchonella, Terebratula, Huîtres* et *Pectinides*, qui sont absents dans le Portlandien. Toutes ces différences peuvent bien être observées près du Sagy. En général on peut dire que vers le sommet de l'étage les calcaires sont plus clairs que ceux qui se trouvent plus bas.

Les types B et D occupent ensemble les quatre jusqu'aux cinq sixièmes du Séquanien supérieur. Les oolithoïdes et suboolithes prédominent presque partout ; seulement aux environs du Mont Fier, elles sont localement subordonnées aux calcaires com-

pacts. On peut s'en convaincre en suivant dans le terrain les tracés de profils 1-4 et la partie orientale du profil 5. Cependant dans la partie du profil 2 qui coupe les Rochers des Pellas la prédominance du type B est normale.

En résumant ces maigres résultats d'un tenace effort pour trouver quelque régularité dans la succession des couches, on peut constater qu'il est inutile d'en donner des coupes stratigraphiques. Il est surprenant que les pisolithoïdes brunes n'aient pas été observées plus vers l'E., où le Séquanien est oolithique sur toute sa puissance (Falconnier, Tutein Nolthenius). Pourtant ces pisolithoïdes sont très remarquables, surtout quand elles se composent d'écailles brunes et beige-clair alternant. Faut-il conclure de cela une influence de l'alternance des saisons ? En temps de pluie les rivières auraient déchargé de la vase ferrugineuse dans l'eau de la mer, ce qui aurait coloré l'écaille en voie de formation, tandis que pendant la saison sèche l'eau ne serait chargée que de rares particules argileuses ou ferrugineuses en suspension, le calcaire précipité serait alors plus pur et moins foncé.

KIMERIDGIEN

Types : Calcaires, A : plus ou moins compacts, gris-beige, souvent blanchâtres, en bancs épais ;
B : suboolithes ou oolithoïdes blanches dans une pâte généralement très cristalline, bancs distincts, plus ou moins épais.

Epaisseur totale : 165 m. en moyenne, constatée au partie orientale du profil 2, au Risoux et au Turu.

Dans la partie SE. de notre région le Kimeridgien débute par quelques mètres de calcaires un peu marneux, se délitant en dalles, de couleur gris assez foncé ou bien jaunâtre. Ils nous ont

fourni deux fragments de *Perisphinctes* indéterminables et deux exemplaires de *Mytilus perplicatus*, Etall. Nous croyons que le mieux sera de les mettre à la base du Kimeridgien, en les comparant aux marnes du Banné de Falconnier et Tutein Nolthenius. Par places ce niveau présente un aspect franchement dolomitique.

En général ces couches font défaut et alors il est fort délicat de séparer les deux étages.

Les calcaires du type A sont les plus communs, ils peuvent même occuper toute la puissance de l'étage. En général, ils renferment peu de fossiles : *Foraminifères*, quelques débris *d'Echinodermes* et *Brachiopodes* et *Pecten* rares. Cependant, on y trouve des bancs riches en *Nerineidae* : presque partout ce sont les *Ptygmatis*, voisines de *Pt. pseudobruntrutana*, G. Gemm., qui prédominent, en deuxième lieu on y trouve des *Nerinea* sensu stricto. L'ornementation du test n'étant pas conservée, il est impossible d'en donner la détermination. Ces bancs fossilifères se trouvent aussi bien près de la base, p. e. au Turu et au NW. du Béchet (S. de Morez), que vers le toit de l'étage, p. e. à l'W. du fort du Risoux.

Dans la carrière au N. de Chez Romanet (S. de Morez), nous avons trouvé en outre une moule fort typique de *Nerinea Oppeli*, G. Gemm. et une de *Nerinella* cf. *danusensis*, d'Orb.

Au N. de Prémanon, au sixième détour de la route de Morez, un de ces bancs fossilifères est un véritable conglomérat à cailloux noirs ou brunâtres, atteignant un diamètre de 3 cm. Ces cailloux, dont le volume total est moindre que le volume de la pâte, sont des calcaires, plus ou moins arrondis; plusieurs d'entre eux ont une structure suboolithique. Il nous est impossible de les rapporter à quelque roche sous-jacente.

Ce banc nous a fourni: *Cryptoplocus* cf. *depressus*, Volz., *Nerinea* (sensu stricto?), à tours élevés, et *Natica?*.

A cause de la position fort changeante des assises, il n'est pas possible de déterminer d'une façon exacte la position stratigraphique de cette couche si intéressante. Elle doit être près du sommet du Kimeridgien et n'a été retrouvée nulle part ailleurs.

La coupe mince ne permet pas de déduire la nature du pigment des cailloux ; la pâte est un calcaire beige clair, très finement cristallisé. Il est intéressant de noter la présence, à 300 m. vers le SW. au premier détour de la vieille route, d'un banc à *Chara* tout à fait à la base du Portlandien. Ces deux affleurements locaux, différents du développement normal, font penser à une embouchure de rivière qui se serait déversée en cet endroit, durant le passage du Kimerdigien au Portlandien.

Un peu plus au N. nous avons trouvé un moule interne qui présente tous les caractères de *Nerinea Mariae*, D'ORB. et un échantillon usé de *Nerinea* cf. *binodosa*, ETALE.

D'autres couches fossilifères se trouvent au N. de Morez, aux Commères. Elles sont un peu marneuses et micro-grumeleuses, plus foncées que le type. Nous y avons trouvé des *Gastropodes, Huîtres, Pecten* et *Térébratules*. Les moules usées de ces Gastropodes ne permettent aucune détermination ; il est probable qu'il s'agit ici d'*Harpagodes* (*Pterocera*) *oceani*, BRONGT. Ce niveau doit se trouver entre 30 et 50 m. sous le Portlandien.

A 50 m. environ au-dessus de la base du Kimeridgien, nous avons trouvé deux exemplaires semblables, la roche y est plus jaunâtre, les autres fossiles manquent, par contre nous y avons trouvé une *Nerinea*. Cet affleurement se trouve à 90 m. au SE. de Chez Romanet (S. de Morez).

A 1600 m. au S. de Prémanon, 1400 m. à l'W. des Jacobez, des calcaires semblables, se trouvant à une trentaine de mètres au-dessus de la base, nous ont fourni des exemplaires indéterminables d'*Astarte* et de *Pecten*, puis des débris d'*Echinodermes*.

Marcel BERTRAND (1883) signale les fossiles typiques du Ptérocérien : *Pterocera oceani*, BRONGT., *Ceromya excentrica*, ROEM., etc., au bord de la Bienne, au débouché du petit ravin du ruisseau de Morbier. Cet affleurement doit se trouver à 45 m. environ sous le toit du Kimeridgien. Il nous semble probable que c'est la même couche que nous venons de mentionner aux Commères.

Par ci par là on trouve quelques *Coraux* dans les bancs compacts, mentionnons les beaux exemplaires ramifiés à 100 m. au N. de la combe de la Guedille (Risoux).

Citons enfin un affleurement du Kimeridgien supérieur riche en *Rhynchonelles* à 950 m. à l'WNW. des Jacobez (S. de Prémanon).

Les niveaux fossilifères les plus caractéristiques du Kimeridgien se trouvent exclusivement dans les 25 m. du sommet; ce sont les marnes à *Exogyra virgula,* Goldf. Deux niveaux, étudiés déjà par Marcel Bertrand (1883), se trouvent dans le coin NW. de la carte.

Dans le niveau inférieur, se trouvant à 25 m. sous le Portlandien, des marnes calcareuses, grises, formant un lit de 50 cm. entre les calcaires sub-compacts, renferment *Exogyra virgula* peu abondante. Nous n'avons trouvé ce niveau inférieur qu'à la route de Lézat; il faut en conclure qu'il s'amincit rapidement vers l'E. et vers le S.

Nous avons relevé une coupe détaillée du niveau supérieur, à 3,65 km. de Morez, 20 m. au S. d'un détour de la route de Lézat: de bas en haut :

7 : C. compact, beige clair, à quelques débris de fossiles.
6 : 20 cm. M. feuilletée, ressemblant au banc sous-jacent, plus jaunâtre vers le toit. L'*Exogyra virgula* est plus abondante que dans les autres niveaux.
5 : 48 cm. C. gris, un peu marneux, à petites taches bicolores.
4 : 20 cm. M. calcareuse, friable, beige jaunâtre.
3 : 45 cm. C. plus ou moins compact, beige.
2 : 5-8 cm. M. feuilletée à *Exogyra virgula.*
1 : C. beige clair, microgrumeleux, stérile.

Une coupe mince du calcaire tacheté (niveau 5) nous montre une pâte presque compacte, à petits fragments de calcite, fragments de coquilles et quelques débris d'*Echinodermes*, disséminés. On y voit des grumeaux noirs, un peu moins compacts que la pâte ; ils sont irrégulièrement disséminés, parfois amassés localement ; quelques-uns renferment un grain de glauconie. Des cristaux de pyrite ultra-nains se trouvent aussi bien autour

des grumeaux qu'à l'intérieur. Les grains de quartz clastique sont rares. Par places la structure de la pâte est microgrumeleuse.

A plusieurs reprises nous avons constaté la présence des niveaux 5 et 6 avec les mêmes caractères, seulement la puissance peut changer un peu : entre Morez et le Béchet les *Exogyra* montent 1 mètre au-dessus du niveau 6 ; bien qu'on ne puisse sortir des exemplaires déterminables de la roche, nous estimons que ce mètre appartient encore au Kimeridgien. Comme il est fort illogique de supposer que, à cet endroit, les marnes supérieures à *Exogyra virgula* se soient déposées plus tôt qu'à la route de Lézat, il en résulte qu'il est précaire de faire commencer le Portlandien immédiatement au-dessus de ces marnes, comme le font p. e. Bertrand et Bourgeat. Aussi nous attribuons au Kimeridgien le mètre de calcaire compact qui couronne ces marnes, évidemment dans toute la région.

La présence de l'*Exogyra virgula,* quoique caractérisant le Kimeridgien, semble être déterminée à un certain degré par le facies de la roche.

Toutes les localités fossilifères marquées sur la carte à la limite entre le Kimeridgien et le Portlandien se rapportent à ces affleurements, dont la richesse varie considérablemenut ; quelques-uns contiennent en outre d'autres *Huîtres,* de grosseurs diverses.

Les calcaires compacts forment en général des bancs épais ; au SW. de Morbier ils sont séparés par des lits minces de marnes calcareuses friables. Selon Bourgeat ces marnes augmentent vers Morillon, renfermant des *Ptérocères.*

Les calcaires à aspect dolomitique sont toujours rares.

En général, le type A constitue à lui seul presque tout le Kimeridgien, interrompu par quelques couches suboolithiques irrégulièrement disséminées. On ne peut pas dire que ces interruptions soient plus communes vers la base de l'étage que plus haut.

Au SW. de Morbier, l'apparition la plus élevée du type B est un banc épais à 6 m. au-dessus du lit inférieur à *Exogyra virgula,* c'est-à-dire à 15 m. environ sous le Portlandien ; à mi-che-

min entre Morez et Lézat, Marcel Bertrand (1883) l'a observé immédiatement sous le lit supérieur à *Exogyra virgula*, l'épaisseur s'y est augmenté jusqu'à 7 m.

Comme l'a déjà montré Bourgeat, le type B domine sur le Risoux, c'est là que nous l'étudierons. Les calcaires subcompacts prédominent seulement dans les 20 m. sous le toit. Au N. de la Loge Neuve les suboolithes blanches se continuent ininterrompues jusqu'à 20 m. sous le Portlandien ; à un kilomètre vers l'W., les intercalations compactes descendent jusqu'à 70 m. dans le Kimeridgien, immédiatement au-dessous se trouvent des suboolithes noires et brunes disséminées.

Le passage brusque du type B, prépondérant sur le Risoux, au type A est bien mis en lumière par la phrase de Marcel Bertrand (1) reproduite ci-dessous :

« Au-dessus de Morez, la montée des granges de Morez au plateau du Risoux montre tous les bancs, depuis la base de l'Astartien presque jusqu'à la dolomie portlandienne, ne formant qu'une seule masse coralligène, pétrie de Polypiers, d'Oursins, de Nérinées et de *Diceras ;* à moins de 3 kilomètres de là, sur la route de Morez aux Rousses, soit à la sortie de Morez, soit au-dessous de Gouland, on retrouve la même série, de l'Oxfordien au Portlandien, uniquement composés de calcaires compacts, où s'intercalent à peine 2 ou 3 mètres de calcaires oolithiques. »

Il faut cependant remarquer que cette phrase est fort exagérée ; dans le Kimeridgien du Turu, l'épaisseur totale des suboolithes est de 20 ou 30 m., dans le Séquanien elles y prédominent. Toutefois, on comprendra que nous n'avons pas essayé de lever des coupes détaillées.

Les calcaires kimeridgiens du type B se distinguent de ceux du type B du Séquanien par l'absence des oolithoïdes très allongées et courbes ; en outre, les pisolithoïdes y sont extrêmement rares et leur structure concentrique n'est point visible sans loupe. Parfois on trouve entre les suboolithes quelques pisolithoïdes ou subpisolithes, atteignant un diamètre de 1,5 cm. Souvent ces concrétions plus grandes constituent des intercalations minces parallèles au plan de couche ; on peut facilement les

(1) 1882; page 92 des Œuvres géologiques.

sortir de la roche. Les oolithes typiques sont une exception. Le quartz est très rare ou absent dans toutes les coupes minces du type B, le ciment est en général grossièrement spathique.

En général, les débris d'*Echinodermes* et de coquilles sont moins abondants que dans le Séquanien. La majorité des coupes minces renferme quelques *Textularidae* ou bien des *Miliolidae*.

Dans certaines couches de la moitié supérieure du Kimeridgien quelques suboolithes sont noires ou très rarement brunes ou rougeâtres. Elles sont subordonnées aux suboolithes blanches et assez régulièrement disséminées, donnant ainsi à la roche un aspect moucheté. Ces roches typiques affleurent souvent au S. et à l'W. de la Loge Neuve ; vers l'E. de Chez Romanet (S. de Morez), elles se trouvent à une cinquantaine de mètres au-dessus de la base ; Etallon les a observées aux environs de Saint-Claude. Dans les coupes, les suboolithes noires ne se distinguent guère.

Nous voulons mentionner ici un affleurement qui semble se trouver à une trentaine ou vingtaine de mètres au-dessus de la base du Kimeridgien, au S. du bout W. de la Combe Berthod. C'est un calcaire finement moucheté, rappelant à première vue ceux que nous venons de décrire, mais à la loupe on voit des éléments plus ou moins arrondis et différemment coloriés : blancs, jaunes, bruns ou noirs, la cassure de la roche est miroitante. La coupe mince montre des grumeaux de diverses grosseurs, la netteté et la régularité des contours présentent, elles aussi, beaucoup de différences, nous n'avons pas trouvé de galets typiques. En deuxième lieu, on voit des oolithoïdes et des oolithes, et enfin quelques débris d'*Echinodermes* et de coquilles. La pâte cristalline est moins grossière qu'ailleurs dans le type B. Il est intéressant de noter la ressemblance d'un grumeau de 0,4 cm.. — composé d'une pâte brune compacte dans laquelle on voit des oolithes et suboolithes, en partie cassées, associées avec quelques fragments cristallins, — avec le type de cailloux prépondérant dans le conglomérat de la route Morez-Prémanon.

A 130 m. au SSE. de la Loge Neuve, nous avons trouvé parmi les couches suboolithiques blanches un affleurement local, d'un calcaire compact, gris très foncé, comblé de grumeaux blancs de 0,1 à 3 mm., qui donnent à la roche l'aspect d'une porphyrite. La coupe mince montre une pâte presque opaque et compacte, comblée de rhomboèdres parfaits, pour la plupart troublés; leur diamètre ne dépasse que rarement 0,65 mm. Des grumeaux de formes arrondies diverses sont irrégulièrement disséminés, ils se sont composés de calcite très finement cristallisée.

Ce gisement est très restreint ; les affleurements environnants sont normaux, sauf dans un banc où un peu de pigment noir s'est amassé de maière à tracer sur la surface de la roche des traits noirs, se coupant sous des angles variant de 90° à 7°. Ici le pigment se trouve presque exclusivement dans la pâte, tandis que les oolithoïdes et les oolithes — qui sont le constitutif intégrant de la roche — en sont presque dépourvues. Dans la coupe mince on ne voit du pigment noir et brun (limonite?) que dans quelques veines minces et surtout suivant les stylolithes, qui ont déchiré les oolithes.

Par places la structure des calcaires blancs est irrégulièrement micro-grumeleuse, tandis que les assises supérieures sont souvent farineuses ou subcrayeuses. Au SE. de Belle-Fontaine, nous avons observé la stratification inclinée dans les assises du Kimeridgien supérieur.

La faune du type B se compose — à part des *Foraminifères* et *Echinodermes* déjà signalés — de *Coraux* et *Mollusques* divers. Les *Coraux* se trouvent en grande quantité à 200 m. à l'E. de la Loge Neuve; nous n'avons point trouvé de vrais récifs, aussi les pseudooolithes coralligènes ne forment qu'un élément accessoire. Les *Mollusques* se trouvent surtout à 800 et à 1.200 m. à l'WNW. du Fort du Risoux. Ils sont toujours fort mal conservés et peu déterminables ; citons *Plesiodiceras Munsteri*, Goldf., *Cryptoplocus depressus*, Voltz. et *Pseudomelania* (?). Le *Cryptoplocus* assez commun dans les suboolithes kimeridgiennes.

Dans la moitié supérieure de l'étage on peut observer des roches intermédiaires entre les types A et B. Ce sont des calcaires

finement micro-grumeleux, plus ou moins spathiques, beige clair, blancs ou jaunâtres. Ils sont intercalés dans les calcaires compacts, plus rarement dans les suboolithes blanches. Dans le même banc ce type intermédiaire peut passer plus ou moins brusquement au calcaire compact. On en voit un bel exemple à 700 m. N 60° W. du Fort du Risoux, les parties compactes sont pétries de *Nerinea Rutteni*, n. sp. En deuxième lieu, on y trouve une *Nerinella* dont la coupe axiale ressemble fortement à celle de *Nerinella santonensis* d'Orb., comme elle est représentée par G. G. Gemmelaro (1869). Nous ne possédons aucun exemplaire dont la longueur reconstruite dépasse 110 mm., la surface est toujours usée. Les *Nerinea sensu stricto* sont accessoires et indéterminables.

Pour la comparaison avec les régions limitrophes, nous renvoyons le lecteur à la thèse de Bourgeat et à la note de Bertrand. Vers l'E, le type B s'efface, de même que vers le NE. Il est remarquable que le facies oolithique du Risoux est tellement moins fossilifère que celui de Valfin.

PORTLANDIEN

A : Portlandien *sensu stricto* ou Bononien.

Types : Calcaires, A) compacts ou sublithographiques, gris-beige plus ou moins clair, en général bien lités ;
B) cristallins, à aspect dolomitique, en général plus jaunâtre que le type A, bien lités ou souvent plaquetés.
Epaisseur totale : 135 m., constatée au SW. de Morbier.

Comme on le voit en comparant la description du type A avec celle du type A du Kimeridgien, les différences sont minimes. En général, on peut reconnaître le Portlandien par les alternances du type B, qui en forment un élément caractéristique sans que leur fréquence équivale à celle des calcaires compacts. En outre, l'étage qui nous occupe se reconnaît par la fréquence de

grandes taches noires, presque toujours devenues brunes ou ocreuses sous l'influence des agents athmosphériques.

Ces taches biscornues, qui ne présentent pas de contours nets, donnent aux calcaires portlandiens un aspect très caractéristique, elles sont les plus communes dans le type B. Par places ces roches contiennent de minuscules cristaux de pyrite, visibles dans les coupes minces, plus communs dans les taches qu'en dehors ; dans les calcaires non tachetés, ces cristaux sont une exception.

Souvent dans les calcaires cristallins, il y a des parties plus ou moins fines disposées en bandes parallèles au plan de couche. Quelques coupes minces montrent le quartz clastique, qui est le plus grossier et le plus fréquent dans les bandes de calcite grossière, dans d'autres le quartz fait défaut. Souvent la pigmentation rend cette structure plus visible à l'œil nu; d'autres fois, elle forme à elle seule des bandes dans un calcaire également compact ou finement cristallin. A mi-distance de la Doye à Gouland nous avons constaté un bel exemple de stratification inclinée de ces bandes. Il est surprenant que parmi tous ces calcaires du type B, toujours stériles et d'aspect franchement dolomitique, seul un affleurement à 915 m. d'altitude, à l'W. des Lattes (N. de la Mouille) est une vraie dolomie, ne réagissant pas avec 5 % d'HCl de froid. C'est une cargneule gris clair, poreuse, celluleuse par places. Cette structure caverneuse se trouve souvent dans les calcaires du type B, elle est plus commune immédiatement sous le Purbeckien. Nous renvoyons le lecteur pour une description détaillée à la notice de Sautier ou à celle d'Etallon. Cependant nous voulons mentionner une couche, à 1860 m. N 45° E du Fort du Risoux, qui présente de minces lamelles concentriquement courbes. Nous étudierons un type de calcaire très grossièrement cristallin à propos du complexe supérieur.

Là, où les calcaires du type B forment des assises puissantes, ils donnent naissance à des combes souvent bien marquées, citons celles à l'E. de Morez.

Les calcaires du type A se distinguent à peine de ceux du Kimeridgien par leur contenu plus pauvre en organismes. En

outre, les bancs sont souvent moins épais, les calcaires les plus typiques ont un aspect de mastic. Les calcaires microgrumeleux, souvent spathiques, sont plus rares dans le Bononien, les contours des grumeaux, qui ne dépassent que rarement un diamètre de 0,1 mm., sont assez nets. Ces roches affleurent surtout au S. et au SE. de Belle-Fontaine, parfois elles renferment des *Cryptoplocus* et quelques débris d'*Echinodermes*.

Nous avons relevé des coupes stratigraphiques assez complètes à divers endroits, savoir : 1° suivant la route des Rousses au Risoux; 2° suivant le chemin de Morez au Béchet; 3° en descendant le ruisseau au N. de la Mouille; et pour le complexe inférieur: 4° suivant la route de Morez à Lézat. Comme la succession et les épaisseurs relatives des divers types sont peu comparables dans ces coupes, nous nous bornerons ici à donner une description qui s'applique — à part quelques exceptions peu importantes — à toute notre région. Pour tirer tout le profit des coupes, nous divisons le Portlandien en complexes, que nous étudierons successivement.

L'âge du *premier complexe*, que nous faisons commencer à 1 m. au-dessus des marnes supérieures à *Exogyra virgula*, Goldf., n'est pas certain; à part quelques Foraminifères et débris de coquilles, il ne renferme pas de documents paléontologiques. En l'attribuant au Portlandien nous sommes d'accord avec l'usage. Ce complexe, ayant une épaisseur de 18 mètres, se compose de calcaires bien lités ou même en plaquettes, des deux types, les bancs ne dépassant que rarement 1,5 m. de puissance. Comme justement ce complexe-ci est fort variable, nous l'étudierons à trois endroits.

A la route de Lézat le Portlandien débute par 7,5 m., se composant d'alternances des types A et B, celui-ci dominant, comme c'est la règle à la base du Portlandien. Puis se sont déposés 2,25 m. du type A, les 40 cm. supérieurs divisés en plaques de 2-10 cm. Enfin l'affleurement se termine par 7 m. de calcaires microgrumeleux blancs, à *Miliolidae* et *Textularidae*, qui sont remplacés dans les 1,50 m. supérieurs par quelques *Ptygmatis* et de rares débris d'*Echinodermes*. Cette assise commence par un banc de 2,5 m. d'épaisseur.

Entre Morez et le Béchet tout le complexe se compose du type A en bancs jusqu'à 0,5 m. parfois en plaquettes, ne présentant un aspect dolomitique que dans le mètre inférieur.

A la route du Risoux, à 1.165 m. d'altitude, la couleur des deux mètres inférieurs varie de très claire à foncée, on y trouve des oolithes disséminées, jaune verdâtre ou beige clair. Plus haut, les bancs ressemblent à ceux de l'affleurement de Morez-Béchet; des calcaires blancs, friables sont intercalés.

Nous avons étudié deux coupes minces de cet endroit ; l'une, du calcaire oolithique, montre très bien le passage de grumeaux à oolithes typiques. En effet, la pâte très finement cristalline, presque compacte, renferme des grumeaux plus pigmentés, souvent contenant des fragments de calcite plus grossière que la pâte ; plusieurs de ces grumeaux sont incrustés d'un anneau plus ou moins complet de calcite cristalline. Parfois le grumeau s'est aggrandi après la formation de cet anneau; quelques exemplaires enfin présentent un deuxième anneau concentrique : une oolithe s'est formée. Les anneaux ont une structure radiaire, le reste de la masse des oolithes et des grumeaux en est dépourvu. La roche contient quelques débris de coquilles et d'*Echinodermes*.

Une seconde coupe, d'une couche blanche, sublithographique à l'œil nu, montre un calcaire cristallisé, un peu moins fin que la pâte de celui que nous venons d'étudier.

Le *deuxième complexe* de 67 m. ne se distingue du premier paquet que par l'apparition de calcaires en bancs de 0,5 à 1,5 m., pas tout à fait compacts, plus ou moins clairs, renfermant plusieurs *Nerineidae* portlandiens ; les calcaires cristallisés sont relégués au second plan. C'est surtout à l'W. de Morez que certains de ces bancs sont très riches en *Nerinea salinensis*, D'ORB., jadis BERTRAND (1883) et BOURGEAT l'ont prise pour *Acrostylus trinodosus*, VOLTZ., qui y est fort rare. De plus, on y trouve : *Nerinea* cf. *Thiollierei*, DUM. et FONT. et *Ptygmatis* cf. *erronea*, ZITT. La plupart des fossiles sont roulés et empâtés dans la roche, les coupes axiales permettent d'identifier, à part des espèces précitées : *Nerinea* cf. *Rutteni*, n. sp., *Nerinea* sp.

ind. div., *Ptygmatis* cf. *pseudobruntrutana*, G. Gemm., *Cryptoplocus pyramidalis*, Munst., *Aptyxiella* sp. ind.; les *Lamellibranches* sont trop effrités pour être indiqués, à l'exception d'une *Trigonie*. L'abondance des *Nérinées* diminue vers le S. et surtout vers l'E.; la pente orientale du Risoux en est dépourvue. La présence de *Nerinea salinensis* semble être restreinte au coin NW. de notre territoire ; sur la colline de 1.160 m., à mi-distance entre Prémanon et la Halle, nous avons trouvé un bel exemplaire de *Nerinea Thiollierei*, Dum. et Font.

Au chemin du Béchet la partie de 19 à 32 m. au-dessus de la base du deuxième complexe est occupée par une assise monotone du type B ; ailleurs, c'est le type A, souvent très clair, qui domine.

Le *troisième complexe*, épais de 25 m. en moyenne, est caractérisé par l'abondance du type B et par la présence d'intercalations suboolithiques. Nous en donnerons une coupe détaillée, prise le long du chemin du Béchet. Il faut remarquer que cette coupe n'a qu'une valeur locale, notamment le niveau 2 n'a pas été constaté ailleurs.

Coupe détaillée du troisième complexe

niv.	m.	
11)	—	base du quatrième complexe.
10)	1,50.	c. suboolithique jaunâtre, très clair. La coupe mince ressemble à celle du niveau 8, mais les formes des suboolithes sont plus régulières et la pâte est encore plus relégué au second plan.
9)	1,30.	c. à aspect dolomitique, fin, gris clair.
8)	1,28.	c. suboolithique blanc, de grosseur variable. Sous le microscope on voit des suboolithes de grosseur et formes diverses, à contours plus ou moins nets, dans une pâte totalement cristalline et plus grossière que celle du niveau 7. De plus, on trouve quelques oolithoïdes et quelques rares grains de quartz clastique.

Les suboolithes de forme allongée sont disposées parallèlement, la pâte occupe relativement peu de place. Des formes corrodées suggèrent que la forme définitive des oolithes est influencée par la cristallisation de la pâte.

7) 4,50. c. plus ou moins cristallisés, blancs ou gris, non tachetés, bien lités. La coupe mince du banc supérieur montre un calcaire totalement cristallisé, les cristaux ne dépassent que très rarement 0,018 mm. de grosseur, les grains de quartz clastique sont très rares.

6) 0,15. c. grossièrement cristallisé, gris verdâtre. La coupe mince nous montre de grands cristaux de calcite, très riches en grumeaux nains de calcite très finement cristallisé, qui ont une haute réfringeance. Des bandes parallèles au plan de couche sont moins grossières ; dans celles-ci on ne peut pas observer la structure cristalline à l'œil nu. Les contours des grands cristaux sont fort irréguliers, il n'a pas de pâte ou interstice (entre les niveaux 5 et 6 il y a un passage graduel).

5) 2,25. c. gris, plus ou moins clair et jaunâtre, plus ou moins cristallisé, bien lité.

4) 0,19. c. suboolithique fin, gris clair, par places compact. Là, où les suboolithes se trouvent dans une pâte cristalline leur diamètre atteint 0,6 mm. et elles y occupent les trois quarts de la masse totale ; dans les parties compactes par contre elles sont beaucoup moins abondantes, et rangées parallèlement ; elles n'y dépassent pas 0,33 mm.

3) 6,40. c. finement cristallisé, gris clair, en majeure partie à grandes taches biscornues ; en plaquettes dans la partie supérieure.

2) 0,10. c. finement cristallisé, gris clair, à petites taches brunes et noires, à quelques grains de quartz clastique et à petits débris de coquilles rares. La gangue

comprend de beaux rhomboèdres de calcite, n'atteignant que rarement et localement un diamètre de 0,06 mm.; les parties plus ou moins fines passent presque insensiblement de l'une à l'autre. On y trouve des grumeaux compacts, plus ou moins nettement limités, souvent pigmentés; il nous semble qu'en partie ce sont des cailloux peu arondis.

1) 2,10. c. plus ou moins compact, par places à aspect dolomitique, à grandes taches bicolores. La coupe mince d'un banc compact, blanchâtre, de ce complexe montre des cavités irrégulièrement formées, qui sont remplies de calcite. Il est très remarquable que presque toutes ces cavités contiennent de petits rhomboèdres, se trouvant dans les grands cristaux de calcite (Pl. I, fig. 4), ils se sont amassés tous du même côté des cavités, comme s'ils avaient tombé dans une seule direction (Pl. I, fig. 5). Toutefois, la chute n'est pas complète : les rhomboèdres ne se soutiennent pas l'un l'autre, en outre quelques-uns se trouvent disséminés à tous les parois des cavités.

Nous proposons l'explication suivante: supposons que les cavités soient tapissées de calcite plus ou moins idiomorphe. L'eau, qui circule dans ces cavités serait chargée de CaO et CO^2 d'une concentration changeante, de sorte que pendant une période d'une forte concentration de CO^2 les cristaux se seraient dissous partiellement par un réaccroissement suivant. Les noyaux restants prendraient une forme parfaitement idiomorphe :
Maintenant nous pensons que — pendant une émersion complète antérieure à l'orogénèse — l'eau n'occuperait temporairement que le fond des cavités : la concentration de CaO augmenterait, le CO^2 pourrait fuir et les grands cristaux de calcite commenceraient à se former. Si par quelque cause, — soit par une immersion marine ou par un lac ter-

tiaire, soit par suite de chutes pluviales, — l'eau remplissait de nouveau toute la cavité, elle dissoudrait la périphérie de tous les cristaux. Une partie des rhomboèdres se détacherait et tomberait sur le résidu des cristaux sur le fond ; pendant une suivante période sèche, ces rhomboèdres tombés seraient empâtés dans les grands cristaux par conséquence de la croissance de ceux-ci. Par une répétition de ce processus, les cavités se rempliraient. Il faut songer que pendant la croissance des grands cristaux, les rhomboèdres croissent eux aussi, de sorte que l'idiomorphie parfaite de ceux-ci ne préexisterait pas. En effet, on voit aussi des rhomboèdres imparfaits, et on peut remarquer que — si la surface sur laquelle ils sont tombés n'était pas plane, — trois points de soutien suffiraient, de sorte que l'idiomorphie devrait se perdre seulement à trois endroits; ces trois points peuvent ne pas se trouver dans le plan de la coupe mince.

Nous avouons cependant que ces considérations n'expliquent pas pourquoi les grands cristaux se sont agrandis beaucoup plus que les rhomboèdres; il est probable que la composition chimique de ces deux générations est un peu différente, de sorte que la solution s'accorderait davantage avec les grands cristaux qu'avec les rhomboèdres. Remarquons que la direction de la chute — perpendiculaire au plan de couche — n'est suggéré que par la coupe mince ; nous n'avons pas visité le terrain après l'avoir étudiée. Si cependant notre observation est juste on peut en conclure que le phénomène décrit ci-dessus s'est produit avant — ou tout à fait au commencement de — l'orogénèse, les couches étant fort redressées actuellement.

Notons que les plans de couche des niveaux 7 et 9 sont moins lisses que d'ordinaire.

Enfin le Portlandien proprement dit se termine par vingt à trente mètres de calcaires bien lités, souvent en plaquettes et irrégulièrement tachetés, le type B. dominant. En outre ce *quatrième complexe* est caractérisé par des intercalations de variétés beaucoup plus grossières du type B, blanches, jaunes, roses ou verdâtres. Ces roches, si caractéristiques, qui ne me sont connues ailleurs dans le Portlandien, présentent l'aspect de veines; elles peuvent passer plus ou moins brusquement aux calcaires normaux à aspect dolomitique. Sous le microscope on voit les grands cristaux comblés d'enclaves de calcite très finement cristallisé, fort réfringeantes, les contours des grands cristaux sont fort irréguliers, comme ceux de la silhouette d'un arbre. Des échantillons également riches en enclaves présentent des cristaux de grosseur et de limitation fort différentes. Nous énumérons ici quelques localités où nous en avons trouvé de bons affleurements :

1° au chemin du Béchet, à 795 m. d'altitude, niveau 6 de la coupe du troisième complexe et un banc de 130 à 205 cm. au-dessus de la base du quatrième complexe,

2° 50 m. à l'E. d'un vieux chalet, 520 m. S. 38 W. de la halte du Sagy,

3° 180 m. au N. de la ferme « Joux dessus », à l'E. de Prémanon,

4° 430 m. S 6 W. du chalet Beauregard, SE. de Prémanon. Une analyse chimique de la roche qui provient de cet affleurement, — qui se trouve près du toit du quatrième complexe, — donne 85,99 % $CaCo^3$ pour un échantillon jaune et 92,80 % $CaCO^3$ pour un échantillon rose,

5° à la route du Risoux, à 1.195 m. d'altitude, et plusieurs affleurements entre celui-ci et le chalet exactement au S. du Fort du Risoux,

6° à 490 m. à l'W. des maisons au SW. de ce Fort, cet affleurement est riche en quartz secondaire, en majeure partie en forme de sphérolithes,

7° dans la Combe Sèche, 1.770 m. au NE. du dernier affleurement,

8° quelques mètres à l'E. de la Cassine, 900 m. au S. du pont de Morez; cet affleurement se trouve près du grand décrochement de Morez,

9° à la route qui relie Morez aux Rousses, 70 m. avant le grand détour à l'W. du Fort des Rousses.

Un échantillon jaune, récolté par M. A. Falconnier dans son terrain aux Frasses, semble appartenir au même genre.

D'autres bancs, également bien distincts, sont moins grossiers. Sans devenir saccharoïde, la roche présente un aspect vitreux ou bien elle ressemble fort au silex; les teintes grises dominent, parfois tachetées de brun. Cette variété affleure surtout à l'W. du Fort des Rousses et à 700 m. au S. du Fort du Risoux, par là elle occupe une vingtaine de mètres, comprise entre des calcaires clairs et tachetés du type A, à la base et un banc jaune, très grossier, au sommet.

Dans la Combe Sambine, 1.800 m. au SSE. de Prémanon, nous avons trouvé, immédiatement sous le Purbeckien, des calcaires saccharoïdes blancs et noirs. La coupe mince d'un échantillon noir montre la pâte formée de rhomboèdres plus ou moins parfaits, jusqu'à 0,05 mm. de diamètre; quant au pigment, irrégulièrement réparti entre les cristaux, il nous semble que c'est de la matière charbonneuse; nous n'avons point trouvé de pyrite, ni de limonite. La roche, ayant 89,43 % de $CaCO^3$, est parsemée de veines de calcite normale.

J'insisterai sur le fait que les puissances peuvent augmenter aux dépens l'une de l'autre, surtout en ce qui concerne les complexes 3 et 4.

En résumant nos observations on peut conclure que le Portlandien de la région étudiée se distingue par sa grande puissance, par ses niveaux suboolithiques, par sa richesse en calcaires cristallisés, parmi lesquels quelques-uns sont très grossiers, et par l'absence de microbrèches et d'*Algues*.

B : Purbeckien : 15 à 25 m.

Type : Calcaires, marno-calcaires et marnes d'eau douce, sou-

vent riche en *Chara* et en *Ostracodes*, alternant avec des brèches à cailloux multicolores et avec des couches marines à *Foraminifères*.

Avec Haug, Favre et beaucoup d'autres auteurs nous considérons le Purbeckien comme un facies du Portlandien supérieur et non pas comme un étage à part.

Aussi il n'y a pas à s'étonner beaucoup en apprenant que dans la région étudiée son épaisseur ne dépasse nulle part 25 m., tandis que sa puissance moyenne est encore moindre. Nous croyons que 18 m. serait une bonne moyenne, tandis que Sautier n'indique que 10 à 12 m.

Nous avons relevé des coupes stratigraphiques aussi complètes que possible aux endroits suivants :

1 : Au petit escarpement à côté de la route nationale, à 1 km. au N. de Morbier.

2 : au détour du chemin qui mène de Morez à l'Enfer, à 815 m. d'altitude.

3 : à 700 m. à l'W. du groupe de maisons au S. de la Doye.

4 : à 400 m. au S. de ces maisons.

De plus nous avons étudié les couches supérieures du Purbeckien, en contact avec l'Infravalanginien :

5 : à 230 m. au S. du grand détour, que présente la route nationale à 1,5 km. à l'W. des Rousses.

6 : au N. de la Chaille.

7 : à 100 m. à l'ESE. du Chalet des Loges.

Comme la succession et les puissances relatives des divers niveaux de ces coupes s'accordent peu, nous ne discuterons pas les différentes possibilités de parallélisation. Cette discussion ferait étendre hors de propos notre description, sans que le résultat hypothétique justifiât notre digression.

Dans notre région, le Purbeckien présente les types suivants, qui se rencontrent dans tout le Jura méridional.

A : Calcaires, marno-calcaires et marnes, gris plus ou moins foncé, compacts, bien lités, souvent se délitant en plaquettes. Ces roches peuvent contenir des tiges et oogones de plus d'une espèce de *Chara*.

Insistons sur ce que plusieurs niveaux à *Chara* contiennent en

outre des *Foraminifères*. Quelques-unes de ces couches n'offrent que des tiges de *Chara;* d'autres ne renferment que des oogones de cette Algue.

Les débris de coquilles peuvent former de minces lits de lumachelle dans les marno-calcaires compacts.

B : Calcaires et marnes microgrumeleux ou rarement calcaires à oolithes typiques, bien lités, pour le reste pouvant présenter tous les caractères et les éléments du type A. Parfois nombre d'oolithes ont perdu une partie de leur écaille extérieure ; on retrouve les débris des écailles disséminés dans la pâte.

Remarquons que dans certaines couches une partie des éléments a été incrustée d'une mince couche de calcite, tandis que d'autres en sont dépourvues.

La roche des types A et B peut répandre une odeur bitumineuse quand on la casse. On trouve assez souvent, surtout dans les calcaires et marnes du type B, des débris de *Lamellibranches* et de *Gastropodes*. A part de quelques *Planorbis* nous n'avons pas rencontré de formes reconnaissables. Sautier cite la faune suivante :

Physa wealdina, Coq.	*Melania?*	*Arca ?*
Limnaeus sp. ind.,	*Cyclas?*	*Cypris?*
Planorbis Loryi, Coq.	*Anodonta?*	*Paludina?*

C : Brèches calcaires à cailloux multicolores.

Nous renonçons à décrire en détail ces brèches si connues ; cette description ne serait qu'une reproduction de celle que donnent Joukowsky et Favre dans leur merveilleuse monographie du Salève.

Remarquons qu'en général les éléments des brèches sont plus petits à mesure qu'ils sont plus foncés : le diamètre des cailloux noirs ne dépasse pas 9 mm., tandis qu'en moyenne il est de 1 mm.; celui des cailloux de calcaire gris ou brunâtre atteint 30 mm. Nous n'avons pas trouvé de cailloux oolithiques.

Quant à l'origine des cailloux nous croyons qu'ils proviennent des bancs sous-jacents de la région. Pour les observations qui soutiennent cette hypothèse nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage de Joukowsky et Favre ; nous n'avons pas fait d'observations contradictoires.

Nous insisterons sur ce que tous les types mentionnés peuvent passer latéralement l'un à l'autre, ce passage peut être plus ou moins rapide. Dans une seule couche on peut rencontrer des *Chara*, des *Ostracodes*, des *Textularidae*, des *Miliolidae* et des coquilles, parfois accompagnés de cailloux noirs ou gris. Dans grand nombre de coupes minces nous avons trouvé quelques grains de quartz clastique, n'atteignant que rarement un diamètre de 0,15 mm.

Dans l'axe de l'anticlinal 5 nous avons trouvé dans la rigole de la route nationale un calcaire compact, en partie recristallisé, et contenant de beaux agrégats de quartz secondaire, présentant quelques pyramides bien idiomorphes. Cette roche se trouve immédiatement sur le calcaire recristallisé du Bononien supérieur.

La coupe suivante s'applique aux coupes n°s 1 et 4 (Morbier et la Doye); les différences des deux localités se rapportent surtout à la pâte (microgrumeleuse ou compacte), et à la richesse en organismes. Les niveaux 8, 9 et 1-4 n'ont été observés qu'au S. de la Doye.

Coupe stratigraphique

16.		Base de l'Infravalanginien.
15.	0,13 m.	C. du type B, avec quelques *Foraminifères* et débris de coquilles; *Ostracodes* fort rares. Ce niveau n'est observé qu'à l'E. des Loges; à Morbier et à la Doye il y a lacune.
14.	1 m.	C. des types B et A alternant, à tiges et oogones de *Chara*. Marnes feuilletées tout à fait subordonnées. Au N. de Morbier la roche du type B contient quelques *cailloux noirs* de petite taille à 35 cm. au-dessus de la base. Par ci par là une couche contient quelques grains de quartz clastique ou des *Ostracodes*.

13. 0,70 m. C. identiques à ceux du niveau 14, mais à variations plus rapides, et s'en distinguant par la présence de *Foraminifères,* qui se trouvent cependant associés à des tiges de *Chara.*
A la Doye les 50 cm. supérieurs se composent d'un calcaire totalement oolithique. Les belles oolithes typiques sont pigmentées d'un peu de limonite. Cette roche est supportée par une fine *brèche à cailloux multicolores,* de 10 cm. de puissance.

12. 0,60-1 m. M.-C. subcompact, gris clair. Au N. de Morbier ce niveau est très riche en *Chara* et la roche répand une odeur bitumineuse au choc du marteau. (Morbier: 0,60 m., La Doye: 1 m.)

11. 0,20 à 0,25 m. C. microgrumeleux à *Foraminifères* en partie incrustés. A Morbier le quart inférieur est riche en débris de *Lamellibranches;* les trois quarts au toit contiennent en outre quelques tiges de *Chara,* quelques *Ostracodes,* et des oolithes typiques. A la Doye la moitié supérieure se compose d'une marne tendre, foncée, contenant des petits *cailloux* et rognons calcaires.

10. 0,20 m. *Brèche à cailloux multicolores* fins, arrondis. A Morbier : riche en débris de coquilles et contenant quelques grains de quartz clastique; à la Doye: à tiges et oogones de *Chara.*

9. 0,10 m. *Brèche à cailloux multicolores,* anguleux, et à tiges de *Chara.* Une partie des cailloux les plus grands (jusqu'à 15 mm.) renferme des cailloux noirs, jusqu'à 1 mm. de diamètre.

8.	0,40 m.	C. du type A. Par ci par là on trouve quelques *cailloux disséminés.*
7.	0,25 m.	C. composé de parties compactes, de quelques *cailloux* arrondis et d'oolithes typiques amassées par places. Tiges et oogones de *Chara.*
6.	0,20 m.	C. ne se distinguant du niveau sus-jacent que par la présence de *Textularidae* et de quelques *Ostracodes.*
5.	0,50 m.	C. microgrumeleux ou presque compact et un peu marneux, à tiges et oogones de *Chara* et à *Ostracodes;* contenant un peu de quartz clastique.
4.	0,50 m.	M. alternant avec bancs calcaires compacts.
3.	0,38 m.	*Brèche à cailloux multicolores* atteignant 30 mm., parfois assez anguleux. Ce niveau contient des *Foraminifères,* des tiges et oogones de *Chara* et de rares oolithes typiques.
2.	0,18 m.	C. du type A, à *Foraminifères,* oogones de *Chara* et quelques *Ostracodes.* Grains de quartz clastique rare.
1.	0,23 m.	*Brèche à cailloux multicolores* peu abondants. On y trouve des *Ostracodes,* des débris de *Lamellibranches* et quelques oogones de *Chara.*

La coupe du chemin du Béchet montre des alternances analogues aux précédentes, les calcaires et marnes plus ou moins compacts dominent, souvent ils sont très riches en *Chara.* Quoique le contact avec le Bononien ne soit pas visible, ni celui avec l'Infravalanginien, le complexe étudié doit se trouver près de la base du Purbeckien.

Nous nous bornerons à énumérer les niveaux qui en diffèrent par la présence de *Foraminifères* ou par leur composition litho-

logique. Dans la première colonne nous marquons ces niveaux par une lettre et la distance qui sépare leur base de la base de la coupe, tandis que la deuxième colonne contient les épaisseurs.

Observations sur le chemin du Béchet

k. 7,40 m.	0,40 m.	M. tendre, par places micro-grumeleuse, à *Foraminifères,* tiges et oogones de *Chara,* ces derniers sont en partie incrustées de calcite.
j. 7,20 m.	0,20 m.	M. à *cailloux multicolores* arrondis.
i. 6,33 m.	0,65 m.	*Brèche à cailloux multicolores.* Ce niveau contient des tiges et oogones de *Chara,* des *Ostracodes* et quelques grains de quartz.
h. 5,98 m.	0,35 m.	C. à *Textularidae* et oogones de *Chara.*
g. 5,16 m.	0,50 m.	C. composé pour trois quarts du volume de tiges de *Chara.*
f. 4,53 m.	0,13 m.	M. brun-gris foncé, riche en matières charbonneuses et en débris de coquilles. *Planorbis* sp. ind.
e. 2,56 m.	0,17 m.	*Brèche à cailloux multicolores,* à *Ostracodes,* tiges et oogones de *Chara* et débris de coquilles.
d. 1,38 m.	0,82 m.	M.-C. à sphérolithes de calcédoine.
c. 1,03 m.	0,20 m.	C. du type A, à *Foraminifères* fort rares, tiges et oogones de *Chara.*
b. 0,58 m.	0,05 m.	*Brèche à cailloux multicolores* et à quelques *Foraminifères.*
a. 0,08 m.	0,20 m.	C. microgrumeleux, à grains de quartz clastique jusqu'à 0,6 mm. de diamètre, localement accumulés.

Nous estimons que le niveau k de cette coupe doit se trouver à peu près à la même hauteur que la base de la coupe précédente, le niveau 4 en est peut-être l'équivalent.

Si l'on songe à ce que l'épaisseur de notre Purbeckien n'est que la moitié de celle qui a été observée au Salève et si l'on fait attention à ce que nous n'y comprenons pas de complexes puissants de calcaires marins, comme le font par exemple Joukowsky et Favre, on peut conclure qu'au moins une partie du complexe supérieur de notre Bononien est l'équivalent contemporain de la partie inférieure du Purbeckien du Salève. Comme le complexe mentionné ne contient ni Algues calcaires siphonées (*Clypeina*), ni brèches à cailloux multicolores, nous préférons cependant le mettre dans le Bononien.

Si toutefois on veut se baser sur les quelques cailloux du niveau 2 du troisième complexe bononien, on pourrait même attribuer au Puberckien toutes les couches supérieures à ce niveau 2; le Purbeckien aurait alors une puissance de 60 à 75 m.

Résumé du Malm

En résumant nos descriptions des étages du Malm, on peut constater que le Jurassique supérieur ne présente pas de différences importantes avec celui des régions limitrophes. La succession des facies est normale ; l'Argovien et le Séquanien inférieur sont marneux, le Séquanien supérieur et le Kimeridgien se composent de calcaires suboolithiques et de calcaires compacts, tandis que ce dernier type constitue à lui seul presque tout le Portlandien. Ces résultats sont d'accord avec la théorie de Choffat et Bourgeat du déplacement des calcaires oolithiques vers le S.

Nous différons d'opinion avec Bourgeat lorsqu'il parle du récif du Risoux : les coraux y sont disséminés et ne forment pas un vrai récif.

Les épaisseurs des divers étages sont considérablement plus grandes que celles qu'on observe dans les régions vers le N., vers l'E. et vers l'W., tandis que vers le SW. elles augmentent peut-être encore un peu. Comme d'ailleurs dans tout le Jura méridional, les limites des étages sont souvent peu précises.

Crétacé

INFRAVALANGINIEN

Type : Calcaires microgrumeleux ou plus rarement oolithiques, de couleurs claires, le jaune-beige prédominant; avec marnes gréseuses tout à fait subordonnées.

Nous divisons l'Infravalanginien en un niveau marneux entre deux séries de calcaires, l'épaisseur totale est de 60 à 70 m.

Dans le Jura suisse BAUMBERGER et LAGOTALA ont distingué dans l'Infravalanginien ou *Berriasien* deux sous-étages, dont l'Infraberriasien correspond à notre Infravalanginien inférieur et moyen, tandis que le Berriasien supérieur ou *Marbre bâtard* se distingue par ses couleurs plus claires, par l'absence de marnes et par la recristallisation beaucoup plus intense, de sorte que certains bancs ressemblent à l'Urgonien.

Chez nous les différences sont minimes entre les calcaires de la partie supérieure et inférieure de l'Infravalanginien, tandis que les calcaires ressemblant à l'Urgonien supérieur sont très rares et se trouvent aussi bien dans l'Infravalanginien inférieur que plus haut. Aussi nous ne ferons pas usage du nom « Marbre bâtard »; TUTEIN NOLTHENIUS et FALCONNIER ont d'ailleurs montré que les différences précitées ne sont pas très constantes. Nous préférons le terme d'Infravalanginien au Berriasien, que les géologues français n'emploient que pour l'équivalent contemporain à facies bathyal.

Le Séquanien mis à part, c'est l'Infravalanginien qui présente le plus de variations parmi tous les étages, étudiés par nous. La teinte originaire des calcaires jaunâtres était le gris foncé, comme on peut conclure de quelques affleurements peu altérés par les agents athmosphériques.

A : Infravalanginien inférieur : 40-45 m.

Cette assise se compose de calcaires, parfois avec une intercalation plus ou moins marneuse vers le milieu. Les calcaires sont distinctement lités en bancs de 0,2 à 2 m., parfois séparés par de minces lits marneux.

Il y a lieu de distinguer les types suivants :

I : Calcaires microgrumeleux ou plus rarement suboolithiques.

A, grumeaux ou plus rarement suboolithes jusqu'à 2 mm. de diamètre, à contours généralement assez nets, dans une pâte plus ou moins cristallisée, à bancs épais. Couleur jaune-beige ou blanche, plus rarement brune ou lie de vin; riche en *Miliolidae* et *Textularidae*. La place occupée par la pâte ne dépasse pas la moitié du volume. Quelques bancs, étant plus recristallisés, ressemblent un peu à l'Urgonien, d'autres, où les débris d'*Echinodermes* augmentent, ressemblent davantage au Barrémien inférieur, ou à certains bancs de l'Hauterivien ou du Calcaire roux. A une centaine de mètres à l'ESE. de la gare des Rousses une roche correspondant à ce type renferme des rognons de marne gris-verdâtre.

B, grumeaux plus fins, moins bien limités; la roche est gris-clair et parfois presque compacte ; alors elle ressemble au Portlandien. La pâte est toujours plus compacte que celle du type A; son volume dépasse celui des grumeaux. Parfois cette roche répand une odeur bitumineuse au choc du marteau.

II : Calcaires à oolithes typiques, beige-jaunâtre, dans une pâte le plus souvent cristalline.

Tous ces types renferment en général des débris de fossiles, que nous énumérons par ordre de fréquence : *Echinodermes, Lamellibranches, Brachiopodes, Gastropodes, Coraux* et *Bryozoaires*. Ces débris ne forment que fort exceptionnellement un élément constitutif de la roche, tellement intégrant qu'on peut parler d'une microbrèche organogène. Parfois le type I B ne contient que peu de débris d'organismes.

Nous ne connaissons pas de calcaires sublithographiques ou franchement détritiques dans l'Infravalanginien.

Si nous comparons ces types avec la description de Lagotala nous croyons que cet auteur prend pour des microbrèches la majorité des calcaires que nous qualifions « microgrumeleux », tandis que Falconnier les comprend probablement en partie dans les calcaires oolithiques.

Afin de donner une idée des observations détaillées de Sautier, nous citons ici l'alinéa où il décrit les couches de base du Crétacé.

« Les dernières couches de cette assise offrent un intérêt particulier, à cause de leurs relations de contact avec les dépôts wealdiens qui les supportent. Toutefois, les caractères qui marquent la séparation de ces deux natures de roches n'ont rien de bien tranché au premier abord : les unes et les autres, malgré les dislocations et les contournements les plus multipliés, restent partout dans un parallélisme exact ; mais un examen attentif laisse bientôt apercevoir les marques significatives du violent mouvement des eaux qui s'est opéré entre les deux dépôts. Ainsi, les couches néocomiennes empâtent de nombreux fragments des roches wealdiennes et prennent un aspect bréchiforme jusqu'à 2 mètres et même davantage, au-dessus de la ligne de séparation commune aux deux dépôts ; quelquefois même, et l'on a un bel exemple dans le ravin de la Chaille, à 250 mètres environ au-dessous du fort des Rousses, la base de l'étage néocomien est formée par une ou deux épaisses couches d'un véritable conglomérat, dont les volumineux fragments, anguleux ou arrondis, et cimentés par les marnes wealdiennes supérieures, appartiennent à la fois aux couches marines néocomiennes et aux calcaires lacustres wealdiens. »

Nous n'avons pas retrouvé les couches décrites par Sautier, mais sur quelques points nous avons trouvé des cailloux anguleux de calcaire sublithographique purbeckien dans les couches inférieures de l'Infravalanginien. Citons l'affleurement à 100 m. au S. du Béchet et celui à 530 m. N 22° E. du chalet des Loges.

Le même phénomène se voit au N. de la Chaille, dans les 12 cm.

de la base du Crétacé. En outre cette couche présente des enclaves de formes fort irrégulières de calcaire compact à *Chara,* tandis que la masse principale est un calcaire microgrumeleux ou pseudooolithique renfermant quelques *Rhynchonella.*

Le Purbeckien sous-jacent est raviné; les fissures produites par l'érosion sont remplies du calcaire pseudooolithique de l'Infravalanginien.

La coupe ci-jointe donne une idée de la superposition des couches, qui peut changer considérablement, et dont la texture et la couleur varient beaucoup et brusquement. La coupe a été relevée au S. du chalet des Loges, dans le flanc oriental du synclinal des Loges.

Coupe stratigraphique

14.	0,20 m.	C. du type I B avec quelques *Miliolidae* et *Coraux* rares ; quelques grumeaux sont identiques à ceux du niveau sous-jacent.
13.	2 m.	C. du type I A, une partie des grumeaux est beige-verdâtre et extrêmement riche en quartz clastique.
12.	1,15 m.	C. du type I B, à *Miliolidae,* riche en grains anguleux de quartz clastique.
11.	4,37 m.	C. du type I A, devenant plus clair et plus grossier à mesure qu'on s'approche du toit.
10	0,18 m.	C. du type I B, presque compact, par places ressemblant au niveau 9.
9.	0,48 m.	C. du type I A, très fin, à *Miliolidae* abondants et à quelques *Textularidae.*
8	3,35 m.	C. du type I B, à grumeaux plus ou moins riches en limonite, irrégulièrement amassés. La moitié supérieure est surtout riche en *Foraminifères ;* tandis que dans la partie inférieure on trouve des débris de coquilles et d'*Echinodermes.* C'est le niveau inférieur où existent quelques grains de quartz clastique, qui se retrouvent dans tous les niveaux en dessus.

7. 26 m. C. du type I A, très clair, riche en *Miliolidae* et en *Textularidae*, bancs grossiers.
6. 3,80 m. C. du type I B, parfois contenant quelques grumeaux limonitiques. On y trouve des *Miliolidae*, par-ci par-là quelques débris d'*Echinodermes* et de coquilles et quelques galets (?).
5. 0,12 m. C. du type I B, avec beaucoup de grumeaux bruns. Ce niveau renferme des restes de *Lamellibranches* indéterminables. (Transition progressive du niveau 5 à 6.)
4. 0,45 m. C. identique à niveau 1.
3. 0,70 m. C. du type I A, clair, à *Foraminifères*, *Coraux* et quelques fragments d'*Echinodermes*. Par places tous les éléments ont été incrustés d'une mince couche de calcite.
2. 0,65 m. C. subcompact, gris clair, à petites taches de limonite, contenant quelques rares débris d'*Echinodermes*.
1. 0,70 m. C. du type I B, à grain pas très fin; une partie des grumeaux contient une assez forte proportion de glauconie; il y a quelques *Foraminifères*. Il est possible qu'une petite partie des grumeaux soient des galets.

L'intérêt spécial de cette coupe est la fréquence du quartz clastique : contrairement à ce que Falconnier a observé plus vers le NE., le quartz clastique manque dans les niveaux inférieurs. Dans les niveaux 8-11 le quartz est présent, mais point abondant, tandis que les niveaux 12-14 en sont beaucoup plus riches. Mais le caractère le plus intéressant se voit dans les coupes minces du niv. 13 et — quoique moins typique — aussi dans celles du niv. 14. Une partie des grumeaux de ces niveaux se compose, de la cinquième partie jusqu'à la moitié du volume, de grains plus ou moins anguleux de quartz clastique, tandis que la pâte englobante n'est pas plus riche en quartz que les niveaux 8-11, et que les autres grumeaux en sont dépourvus. Parfois les grains de quartz ne sont pas également disséminés dans les grumeaux, mais ils

ont été concentrés de manière à former un anneau suivant la périphérie du grumeau, ou bien on voit deux ou trois demi-anneaux se joignants (fig. 1). La seule explication raisonnable de ce phénomène est que les grumeaux gréseux se sont formés ailleurs et que des courants d'eau ou le vent les ont déposés à leur place actuelle. Car, comme il n'y a pas de grumeaux intermédiaires entre ceux qui sont riches en quartz et ceux qui en sont dépourvus, nous ne pouvons pas nous imaginer qu'une petite fraction de grumeaux sur un fond de mer ait attiré et englobé plus de 90 % du quartz se trouvant sur ce fond.

Fig. 1. — Blanc : quartz. - Pointillé : calcite
Noir : calcaire compact

Quant au mode de formation des grumeaux eux-mêmes, ils ne présentent point les caractères de galets dérivés d'un calcaire gréseux. Aussi nous préférons admettre que pendant le temps, où les niveaux en question se formaient, une partie peu éloignée du fond de mer était formée par une boue riche en quartz, dans laquelle des grumeaux se formaient. On peut s'imaginer que les grumeaux, en s'agrandissant, englobent les grains de quartz qui sont apportés et ceux qui se trouvaient déjà en dessous. Les anneaux seraient le résultat d'un roulement d'un grumeau sur le fond de mer gréseux, parfois suivi par un accroissement et un nouveau roulement.

Cette coupe n'a qu'une valeur toute locale quant aux détails de la succession des divers types de roches et de leurs épaisseurs respectives ; elle diffère par l'absence de marnes et de calcaires oolithiques et accentue le développement variable de la base du Crétacé dans notre région. En effet ce développement se distin-

gue de celui des environs de Saint-Cergue ; nous n'avons point trouvé la microbrèche à pisolithes et à petites *Nérinées* que Lagotala met à la base de son Infraberriasien.

Les marnes ne manquent pas partout dans l'Infravalanginien inférieur de la région étudiée. Près de la Chaille on en trouve une couche de 80 cm., située 9 m. au-dessus de la base, tandis que Sautier décrit un complexe marneux de 4 m., se trouvant vers le milieu du sous-étage qui nous occupe. Pour la description de ces couches intéressantes nous renvoyons à cet auteur, qui donne une liste des 73 espèces qu'il y a trouvées; nous n'avons pas retrouvé la localité fossilifère, qui se trouve probablement dans les fossés du Fort des Rousses. Notre récolte est restreinte aux espèces suivantes :

Terebratula valdensis, Lor., *Nerinea Favrina,* P. et C., *N.* sp. ind. cf. *valdensis* P. et C., et *Ptygmatis* nov. sp., que nous avons trouvés dans l'axe de A 5. au NW. du Fort des Rousses ;

Derrière l'Hôtel de France aux Rousses nous avons trouvé : *Exogyra* cf. *Couloni,* d'Orb.;

A 400 m. à l'E. de l'église des Rousses : *Phaneroptyxis* sp.;

A l'E. de la Petite Combe : *Ptygmatis* nov. sp., à peu près identique au précédent.

Enfin nous avons trouvé à divers endroits des Térébratules peu déterminable, et une *Natica Leviathan,* P. et C. dans les éboulis glaciaires de Morez.

B : Infravalanginien moyen : 10 m.

La partie moyenne de l'Infravalanginien se compose de marnes et marno-calcaires, gréseux, gris plus ou moins jaunâtre, parfois avec une tendance violette, avec quelques grumeaux plus grands, bruns ou roux. On y trouve des alternances peu épaisses de calcaires microgrumeleux, sableux et parfois suboolithiques, jaunâtres ou gris-beige. En général toutes ces roches sont plus foncées que celles que nous venons de décrire. L'épaisseur totale est de 8 à 12 m. Parfois on y trouve quelques *Terebratula val-*

densis, Lor.; nous n'avons pas trouvé d'autres fossiles reconnaissables ; pour une liste complète nous renvoyons à Sautier. Il est curieux que plus vers l'E. Falconnier n'ait trouvé un pareil niveau que vers la base et non pas au milieu de l'Infravalanginien.

Nous avons étudié l'Infravalanginien moyen plus spécialement au SE. des Loges, à la suite de la coupe stratigraphique de l'Infravalanginien inférieur, et dans le flanc oriental de l'anticlinal n° 5, où il est entaillé par la route nationale. De plus il affleure assez bien entre l'Enfer et la Doye, mais aucun de ces affleurements ne permet de lever une coupe détaillée sans lacunes.

Le caractère le plus marquant du niveau qui nous occupe est la richesse en quartz clastique, atteignant son maximum de presque la moitié du volume à 2,5 m. au-dessus de la base. Le diamètre des grains de quartz ne dépasse pas 0,2 mm.; les grains sont peu arrondis.

Dans les couches plus pauvres en quartz on trouve assez de *Textularidae* et de *Miliolidae*.

C : Infravalanginien supérieur : 15 m.

La partie supérieure de l'Infravalanginien ressemble complètement à la partie inférieure. L'Infravalanginien supérieur contient encore moins de fossiles que l'Infravalanginien inférieur, tandis que les *Coraux* semblent manquer presque totalement. Par contre, on y trouve beaucoup des *Miliolidae*, des *Textularidae* et quelques *Rotalidae* (?). On y retrouve les types I A et I B que nous avons décrits à propos du sous-étage inférieur. Contrairement à ce qu'on a observé plus vers l'E., on ne peut pas dire que chez nous les assises supérieures soient en général plus recristallisées ou plus compactes que celles de l'Infravalanginien inférieur. Il est vrai que le milieu du sous-étage est souvent occupé par des calcaires blanchâtres et recristallisés, mais ils y peuvent manquer, et se rencontrent aussi dans l'Infravalanginien inférieur ; nous n'avons pas remarqué non plus qu'ils soient de

teinte beaucoup plus claire. L'épaisseur des bancs, qui sont toujours distincts, varie de 0,20 à 1 m.

Comme nous venons de voir que les assises décrites ci-dessus ressemblent presque complètement à celles à la base de l'Infravalanginien, et que le complexe marneux et gréseux qui les sépare présente une épaisseur faible et variable, nous croyons inutile de désigner ces subdivisions sur la carte.

VALANGINIEN

(*Sensu stricto*)

A : Marnes d'Arzier, jusqu'à 0,80 m.

Comme nous n'avons point trouvé d'affleurements complets et fossilifères des Marnes d'Arzier, nous en parlerons peu. Ce sont des marnes plus ou moins grumeleuses, grises ou jaunâtres.

Quand on sait que Lagotala donne une épaisseur de 4 m. en moyenne et que Falconnier n'a pas observé d'épaisseur dépassant 0,10 m., les Marnes d'Arzier manquant souvent totalement et que le terrain étudié par Falconnier comprend une bonne partie de celui de Lagotala, on ne s'étonnera pas d'apprendre que, aussi chez nous, leur puissance n'est pas partout la même.

A l'E. de la Chaille, Pannekoek a trouvé quelques *Térébratules*, accompagnés de *Trochotiara* cf. *rotularis*, Lmk. et *Posidonomya ?*

B : Calcaire roux, 30 m.

Types : A. Microbrèche zoogène spathique, plus ou moins riche en grumeaux. La roche se délite en plaquettes, de couleur brun-jaunâtre, grisâtre ou rousse, parfois avec une tendance à la teinte violette.

B. Calcaire oolithique, jaune-ocreux, bien lité.

Les types précités sont liés par des roches présentant des caractères intermédiaires. Dans toutes les roches du Calcaire roux on trouve les débris des organismes suivants (par ordre de fréquence décroissante) : *Echinodermes, Bryozoaires, Lamellibranches, Brachiopodes* et *Foraminifères*. Le quartz clastique ne semble nulle part manquer ; par-ci par-là on trouve quelques petits grains de glauconie.

Bien que la limonite ait produit la couleur ocreuse ou rousse du Calcaire roux, elle ne forme jamais un élément intégrant, ni des pisolithes comme on en trouve dans d'autres régions du Jura.

Nous décrirons plus amplement deux échantillons un peu atypiques, provenant du synclinal du Mont Fier, où il est entaillé par le Bief de la Chaille : L'un est un calcaire microgrumeleux assez fin, composé pour la moitié de grumeaux, pour un quart de grains de quartz clastique et pour le reste de débris d'*Echinodermes*. L'autre est un calcaire plus grossier; dans sa pâte compacte on trouve des débris d'*Echinodermes*, de coquilles et de *Bryozoaires*. Quelques oolithes typiques sont irrégulièrement disséminées, elles sont concentrées en partie dans de grands grumeaux. Quelques grumeaux de grosseur normale se composent pour la moitié de grains de quartz clastique, tandis que la pâte de la roche en est dépourvue.

Là, où le type A prédomine, le Calcaire roux est bien distinguable, mais quand c'est le type B qui affleure le mieux, comme c'est souvent le cas, il est facile de se tromper en le prenant pour l'Infravalanginien. A propos de l'Hauterivien nous verrons que la ressemblance avec cet étage est encore plus grande.

Comme nous n'avons nulle part pu relever une coupe détaillée, nous avons renoncé à étudier beaucoup de lames minces. Pour une description pétrographique complète nous renvoyons le lecteur à la thèse de Falconnier; nous croyons que sa description s'appliquera assez bien aussi au Calcaire roux de notre région. Avec Lagotala nous considérons comme le meilleur diagnostic du Calcaire roux les plaquettes de 0,5 à 20 cm., en lesquelles la roche du type A se délite; Falconnier n'a pas fait men-

tion de ce caractère. Remarquons encore que chez nous les oolithes jouent un rôle plus important que chez LAGOTALA et que l'épaisseur moyenne est un peu moindre que celle observée par les deux géologues suisses à l'E. de notre région.

Le Calcaire roux n'affleure que rarement ; le plus souvent il occupe le fond des combes, qui sont alors caractérisées par la teinte brun-rouge du sol de décomposition, d'où quelques bancs disséminés peuvent émerger. Souvent l'assise qui nous occupe a été étirée à cause du plissement.

Nous n'avons trouvé nulle part de fossiles déterminables dans le Calcaire roux.

C : CALCAIRE A ALECTRYONIA RECTANGULARIS: jusqu'à 10 m.

Type : Microbrèche zoogène rousse, ne se distinguant du type A du Calcaire roux que par l'absence des plaquettes minces.

Avec BAUMBERGER et JOUKOWSKY et FAVRE nous attribuons au Valanginien l'assise à *Alectryonia rectangularis* en la considérant comme l'équivalent des marnes à *Saynoceras verrucosum* et *Holcostephanus Astierianus*.

Le meilleur affleurement se trouve sur la route dans la combe de la Darbella près des failles 2 et 3, où l'*Alectryonia rectangularis*, ROEM. est abondante; elle est accompagnée d'autres *Huîtres* et de quelques *Térébratules*.

En général il est presque impossible de séparer ce niveau du Calcaire roux, car il n'affleure que rarement et n'est pas souvent fossilifère.

SCHARDT a observé un affleurement vis-à-vis du chalet des Dappes, sur le coin SE. de la carte.

HAUTERIVIEN

A : HAUTERIVIEN INFÉRIEUR : 20-25 m.

L'Hauterivien inférieur de la région étudiée se constitue de marnes et marno-calcaires jaunâtres ou plus rarement gris-

bleuâtre, entrecoupés de microbrèches ocreuses ou grises, zoogènes et spathiques et de calcaires plus ou moins nettement oolithiques, également ocreux. Les microbrèches zoogènes ressemblent fort à celles de l'Hauterivien calcaire, surtout lorsqu'elles contiennent de la glauconie, ce qui est le plus souvent le cas ; les calcaires oolithiques ressemblent fort à ceux de l'Infravalanginien et à ceux du Barrémien inférieur. L'épaisseur de ces bancs ne dépasse pas 60 cm.

Certains affleurements des marnes sont très fossilifères, surtout en ce qui concerne les *Térébratules;* nous les avons marqués sur la carte. Quant aux autres genres, l'Hauterivien inférieur en est moins riche qu'en Suisse; quoique LAGOTALA y ait déjà fait une bonne récolte, l'affleurement du tunnel de Saint-Cergue est plus riche que ceux de notre terrain, qui nous ont fourni les espèces suivantes :

Pygopyrina incisa, AG.
Terebratula acuta, QUENST.
Terebratula valdensis, LOR.
Terebratula sella, SOW.
Terebratula latifrons, PICT.
Terebratula cf. *salevensis,* LOR.
Rhychonella multiformis, ROEM
Rhynchonella lata, D'ORB.
Exogyra Couloni, D'ORB.
Nautilus cf. *neocomiensis,* D'ORB.

Un grand nombre d'exemplaires sont intermédiaires entre *Terebratula acuta* et *T. sella.*

SAUTIER a trouvé entre autres : *Holcodiscus incertus,* D'ORB.

La ressemblance de notre Hauterivien inférieur avec celui des régions limitrophes est évidente ; l'Hauterivien marneux ou marnes d'Hauterive *sensu stricto* en sont l'équivalent.

B. : HAUTERIVIEN MOYEN = HAUTERIVIEN CALCAIRE: 30 à 35 m.

Type : Microbrèche échinodermique spathique, brun-clair jaunâtre, en général riche en glauconie et pauvre en oolithes; de stratification parfaite.

L'Hauterivien calcaire est un niveau d'aspect assez uniforme,

qu'on peut à première vue confondre avec le Calcaire roux, dont il se distingue cependant par les grains de glauconie, qui ne manquent que rarement. En outre l'Hauterivien en diffère par sa pauvreté en oolithes, qui n'en sont presque jamais un constitutif intégrant. Par tous ces caractères l'Hauterivien se distingue du Calcaire roux, dont les microbrèches sont en outre généralement plus fines. La roche est un calcaire très dur, qui se fend assez facilement parallèlement aux couches; les plaquettes produites sont moins parfaites que celles du Calcaire roux et leur épaisseur moyenne est plus grande : 1 à 20 cm. Les couches elles-mêmes atteignent des épaisseurs variant de 10 à 100 cm.

La roche est essentiellement formée par des débris d'*Echinodermes* et d'autres fossiles, surtout de *Bryozoaires* et d'*Huîtres;* les fragments sont plus gros que ceux du Calcaire roux. On y trouve beaucoup de veines de calcite et de limonite. Les cinq mètres au sommet du sous-étage sont un peu plus clairs et pauvres en glauconie. Les couches inférieures sont parfois verdâtres. Selon Sautier l'épaisseur moyenne de l'Hauterivien calcaire est de 21 m., mais c'est probablement le résultat d'un laminage partiel.

L'Hauterivien moyen ne nous a pas fourni des fossiles reconnaissables.

C : Hauterivien supérieur : 10 à 12 m.

Types : Marnes plus ou moins sableuses, jaunâtres, et calcaires microbréchiformes, un peu glauconieux.

Tandis que dans les régions voisines l'Hauterivien calcaire passe insensiblement au Barrémien inférieur, sans intercalations marneuses, chez nous l'Hauterivien supérieur se compose généralement de deux niveaux marneux, de puissance égale, séparés par des bancs calcaires.

Nous l'avons étudié le long de la route nationale au S. du Sagy. La marne inférieure, parfois n'ayant que 50 cm. d'épaisseur, est grise et renferme parfois des nodules calcaires à grumeaux limonitiques. Par places le banc de contact avec l'Hauterivien cal-

caire est un calcaire marneux, finement microgrumeleux, jaune-ocreux, à débris de coquilles.

La marne supérieure est plus jaunâtre, tendre et devient plus dure et lamelleuse vers le contact avec le Barrémien.

Les calcaires ont une épaisseur de 3 à 5 m., ils ressemblent à ceux de l'Hauterivien calcaire. La roche est une microbrèche zoogène, jaune-brun, plus foncée que l'Infravalanginien typique ; elle est spathique, parfois un peu oolithique. La grandeur des éléments varie; par ci, par là on voit beaucoup de grains arrondis de magnétite (?) et de glauconie, et des débris d'*Echinodermes* et de *Bryozoaires*. La stratification est encore plus lamelleuse que dans la partie moyenne de l'Hauterivien. Sautier a observé qu'aux Cressonnières les calcaires manquent, ils sont remplacés par des lentilles ou par des rognons marno-sableux, contenant beaucoup de grains de magnétite et de glauconie.

L'assise nous a fourni les fossiles suivants :

Terebratula acuta, Quenst.
Terebratula latifrons, Pict.
Terebratula valdensis, Lor.
Rhynchonella pinguis, Roem, ex juv.
Pholadomya sp.
Toxaster retusus, Lmk.

Ajoutons que Sautier a trouvé entre autres :

Toxaster retusus, Lmk.
Exogyra Couloni, d'Orb.
Nautilus pseudo-elegans, d'Orb.
Ostrea Boussingaulti, d'Orb.
Leopoldia Leopoldina, d'Orb.
Holcodiscus incertus (?), d'Orb.

Cette faune prouve que nous n'avons pas affaire aux marnes barrémiennes.

BARREMIEN

A: Barrémien inférieur : 20-40 m.

Type : Calcaires jaunes, de structure et de texture variées.
Ces calcaires sont distinctement stratifiés, en couches d'épais-

seur variable, mais ne dépassant pas 0,80 m.; leur couleur est d'un jaune plus ou moins foncé ; ils sont fréquemment salis, dans la partie inférieure surtout, par de larges taches d'un rouge vineux, qui persistent à l'extérieur, où elles tranchent nettement sur l'aspect gris-jaunâtre de la roche.

Rien de plus variable d'ailleurs, que la structure, la texture et la dureté de ces calcaires : on y trouve vers la partie supérieure de l'assise des bancs de calcaires microgrumeleux, fort recristallisés, jaune pâle, offrant une grande analogie avec les calcaires du facies urgonien; à ces bancs sont associés des calcaires microgrumeleux fins, sublamelleux, d'un jaune plus prononcé, et dont la cassure est, en général, terne et subcrayeuse; enfin, l'assise commence par des microbrèches zoogènes grossières, jaune-roussâtre, se délitant en plaquettes irrégulières. A toutes les hauteurs on peut trouver des calcaires oolithiques, jaune-beige, indistinguables de ceux de l'Infravalanginien et de ceux de l'Hauterivien.

Dans les deux tiers inférieurs du Barrémien se trouvent quelques minces intercalations marneuses, jaunâtres.

Dans toutes ces roches se trouvent des débris des organismes suivants : *Echinodermes, Bryozoaires, Miliolidae, Coraux, Lamellibranches* et *Brachiopodes.*

A part quelques *Coraux,* une jeune *Terebratula* et une dent de *Poisson,* nous n'avons pas trouvé de fossiles reconnaissables.

Le Barrémien inférieur se distingue de l'Infravalanginien par ses éléments spatiques blancs et par sa pâte presque jamais compacte, du Calcaire roux et de l'Hauterivien calcaire par sa stratification moins régulière et par les alternances moins riches en *Echinodermes.* La glauconie y est fort rare, et sa présence est restreinte aux couches à la base.

Ce sous-étage est plutôt un facies qu'une unité stratigraphique, son épaisseur variable semble indiquer qu'au moment où se déposèrent ses couches supérieures aux endroits du plus fort développement, le facies urgonien avait déjà commencé ailleurs.

B : Barrémien supérieur, *facies urgonien* : 90 m.

Type : Calcaires saccharoïdes ou microgrumeleux, blancs, jaunâtres ou rosâtres.

Cette assise se compose d'un massif de calcaires en général très recristallisés, parfois microgrumeleux ou pseudooolithiques, de stratification imparfaite et parfois invisible; l'épaisseur des couches varie de 0,5 à 1,8 m. Les fossiles y sont rares et fortement engagés dans la roche, les *Coraux* prédominent. Sautier mentionne des *Requienia*.

Schardt a observé que vers le sommet du Barrémien les calcaires redeviennent plus jaunâtres; nous l'avons observé aussi, par exemple dans le synclinal de la Darbella, entre Beauregard et les Jacobez.

Notons la présence à la base du Barrémien supérieur d'un banc rouge foncé, composé de calcite totalement recristallisé. Les cristaux ne dépassent pas 0,09 mm. de diamètre, on y trouve beaucoup de beaux rhomboèdres. Le pigment est formé de grains très fins, disséminés entre les cristaux. Ce banc affleure à l'W. des Rousses et dans le synclinal de l'Enfer.

APTIEN ET ALBIEN

L'Aptien et l'Albien occupent une bande de terrain jalonnant le pli-faille au NW. de la vallée des Rousses.

Déjà en 1858 Sautier a reconnu la présence de l'Aptien et de l'Albien tandis qu'en 1896 Schardt indique quelques affleurements de ces deux étages, en y ajoutant quelques-uns du Cénomanien inférieur. Sur la feuille 16 de la carte géologique de la Suisse le même auteur a distingué les deux étages, en indiquant les localités fossilifères. Actuellement ces localités sont toutes recouvertes de pâturages.

Le seul point fossilifère que nous ayons trouvé est sur la route du Risoux, à un mètre de distance du pli-faille. La roche est un grès jaune, friable, composé de grains de quartz clastique. La

majorité des grains ne dépasse pas 0,5 mm. de diamètre. Le ciment est un calcaire phosphaté microgrenu ou grossièrement cristallin, dans lequel on trouve des grumeaux arrondis de glauconie. Si ces grumeaux augmentent ils donnent une teinte verdâtre à la roche. Les fossiles se trouvent — à l'exception des Serpules — à l'état de moules intérieurs quelquefois très durs. Le plus souvent la roche des moules est un phosphate de chaux brun foncé. Les fossiles sont souvent réunis en agglomérations plus ou moins volumineuses, cimentées de la même roche que les moules. Nous y avons récolté des fragments de *Douvilleiceras mammillatum*, Schloth., *Parahoplites sp.*, *Trigonia sp.*, *Janira sp.* et *Serpules*.

Bien que nous ayons eu l'avantage de pouvoir visiter une tranchée au N. des Rousses d'en Bas, creusée pour l'établissement de la nouvelle conduite d'eau des Rousses, cet affleurement artificiel, qui avait une longueur d'une soixantaine de mètres, ne nous a fourni qu'un *Pecten* trop jeune pour être déterminé. Au point de vue lithologique cet affleurement se composait pour la plus grande partie de grès identiques à ceux que nous venons de décrire. Cependant, les nodules de phosphorite faisaient défaut. Même le *Pecten* mentionné ci-dessus n'était pas phosphaté. Nous concluons qu'il est bien possible que les fossiles et les nodules phosphatés de l'affleurement de la route soient remaniés. D'autres grès sont plus fins et plutôt gris, également à grumeaux de glauconie plus ou moins abondants. Le quartz n'y occupe que la moitié du volume ; il est accompagné de quelques grains de feldspath et de rares lamelles de muscovite. Le phosphate semble manquer. La position stratigraphique de cette roche semble être supérieure à celle du grès jaune. Enfin nous avons observé des brèches assez fines, à cailloux calcaires jusqu'à 3 cm., mais généralement ne dépassant pas 1,5 mm. Notons la présence de cailloux blancs de calcaire compact à *Globigérines*. La pâte de cette brèche est un grès identique à celui de l'affleurement sur la route.

Il ne nous a point été possible de lever une coupe ni même d'établir en gros la succession des types précités. En effet cela ne

nous étonne point, car il s'agit du flanc renversé et probablement laminé du synclinal 6. Tandis que la partie supérieure de l'affleurement est interrompue de lacunes couvertes d'éboulis, les grès verts de la partie inférieure ont glissé eux-mêmes.

Il ne nous semble pas improbable que tous les types décrits ci-dessus se rapportent à l'Albien.

CENOMANIEN

Nous n'avons pas retrouvé les affleurements qui doivent être attribués au Cénomanien, indiqué par SCHARDT à 1.100 m. d'altitude au N. des Rousses d'Amont. Il n'est pas tout à fait impossible que nous ayons indiqué comme Barrémien supérieur quelques petits lambeaux de cet étage.

Résumé du Crétacé

Le développement du Crétacé dans notre région ne diffère pas sensiblement de celui des régions limitrophes. Remarquons que LAGOTALA et FALCONNIER ne mentionnent pas le Calcaire à *Alectryonia rectangularis,* qu'ils réunissent probablement au Calcaire roux.

Les marnes du sommet de l'Hauterivien constituent un niveau intéressant. Il nous semble bien possible que celles, décrites par FALCONNIER comme Barrémien *sensu stricto,* en soient l'équivalent.

Nous croyons que nos descriptions permettront de distinguer sur le terrain les divers étages, mais pour étudier en détail toutes leurs variations il faudra consulter en outre les amples descriptions de SAUTIER et de FALCONNIER.

Notons cependant une particularité décrite par SAUTIER, que nous n'avons pas retrouvée. C'est la présence de rognons siliceux, qu'il mentionne dans presque chaque étage. Mais en général l'ouvrage de SAUTIER contient des renseignements précieux, surtout en ce qui concerne la paléontologie. Une nouvelle étude de ses riches récoltes serait un travail utile.

Tertiaire et Quaternaire

MOLASSE

Sous toute réserve nous attribuons à l'*Aquitanien* des marnes tendres, rousses bariolées de vert, qui affleurent ça et là sur le fond de la combe au N. des Rousses d'en Bas et sur la route de Bois d'Amont. Nous n'y avons point trouvé des fossiles, tandis que SCHARDT indique une localité fossilifère à 500 m. au N. 25° W. de l'église des Rousses et une autre à 2 km. ou NE. de cet endroit.

Il n'est pas impossible que la brèche que nous avons décrite à propos du Crétacé moyen, appartienne aussi à l'Aquitanien; dans ce cas les cailloux à *Globigérines* proviendraient peut-être du Cénomanien. Même on pourrait attribuer à l'Aquitanien le grès gris verdâtre à feldspath et à muscovite. Nos observations sont trop restreintes pour prouver l'un ou l'autre.

GOMPHOLITE

Avec les géologues suisses nous dénommons « Gompholite » un poundingue à cailloux le plus souvent bien arrondis et à pâte calcaire jaune-brunâtre. Nous y avons reconnu des cailloux de Portlandien et de presque tous les étages du Crétacé. Ce poudingue se trouve exclusivement dans l'axe du synclinal secondaire sur le flanc oriental du Risoux. Remarquons que le seul affleurement de cette roche sur la carte de TUTEIN NOLTHENIUS se trouve à la suite de cet axe.

Rien ne nous permet d'évaluer l'âge de la Gompholite.

QUATERNAIRE

Quant au Quaternaire, nous avons délimité aussi exactement que possible ses affleurements. Malgré nos recherches patientes nous n'avons pas trouvé de cailloux alpins dans le *Glaciaire*. Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires offrent de beaux affleurements dans les vallées des Rousses et de Morez-Belle-Fontaine ; dans la dernière ils atteignent une épaisseur considérable.

La *tourbe* ne diffère pas de celle qu'on trouve ailleurs dans le Jura. Presque partout elle repose sur le Glaciaire ou sur une boue calcaire limnale. L'épaisseur maximum de la tourbe est d'environ 6 m. au NE. du lac des Rousses.

Nous avons l'intention de publier plus tard une étude sur la tourbe de la vallée des Rousses avec l'analyse du pollen.

DEUXIEME PARTIE

Tectonique

Généralités

Pour se former une idée de la structure de la région envisagée, il suffira d'étudier les profils et la carte. La lecture de ce qui suit montrera ce que nous n'avons pas observé directement. Nous étudierons chaque pli en allant du SW. vers le NE., et en commençant par celui qui est le plus au SE. Puis nous donnerons quelques conclusions.

Nous nous servirons des abréviations suivantes : A. = anticlinal, S. = synclinal, F. = faille.

Remarques spéciales

S 1.: Synclinal des Dappes.

La série stratigraphique est complète entre le Barrémien supérieur et le Malm; seul le Valanginien est un peu écrasé. Il est possible que cet écrasement se développe progressivement jus-

qu'au pli-faille que montre la carte de Lagotala. Si cependant au N. de la borne n° 230 le Malm se trouve vraiment en contact avec le Barrémien, nous préférons prolonger la faille de Beauregard (n° 6) jusqu'à l'axe du synclinal S 1, et faire commencer le pli-faille au N. de cette faille. Sans cela le laminage des couches entre l'Urgonien et le Malm, épais ici de 175 m., se serait produit complètement sur une distance de 90 m., ce qui paraît fort improbable.

A 1 : Anticlinal de la Montagne des Tuffes-la Pile dessus.

Nos observations sont restreintes pour cette partie de la carte, de sorte que les contours géologiques sont peu exacts. Nous croyons que le plongement de l'axe de 8° en moyenne rend fort probable l'existence du prolongement de la faille de Beauregard sous le A 1.; s'il n'y avait pas de dislocation on s'attendrait à trouver le Séquanien dans la vallée au N. de la Montagne des Tuffes, ou même l'Argovien, comme le montre la carte de Schardt. Par contre, nous n'avons aucune raison de supposer un prolongement de la faille 8.

A côté du sentier, aux Tuffes, nous avons cru voir les traces de la faille 5 : les couches y semblent être recourbées de N 33° E, 44° W à N 15° W, vertical, et même davantage.

S 2.: Synclinal des Loges.

Le synclinal des Loges forme une combe marquée sur le flanc de la Montagne des Tuffes.

Au NE. des Loges le décrochement 6 est bien observable, le synclinal y devient plus large, mais nous n'y avons pas pu trouver le Valanginien, qui doit être caché sous le Glaciaire et sous les éboulis très développés sur la pente N. de la Montagne des Tuffes. Nous n'avons pas pu en marquer l'extension précise. Nous ne savons pas si le renversement du flanc NW. commence déjà ici, ou seulement au N. de la faille 8.

Par rapport à son prolongement en Suisse (synclinal de Sollier), S 2. est avancé environ 350 m. vers l'W.: le décrochement de St-Cergue (n° 10) est encore bien marqué.

A 2.: Anticlinal de la Pile d'en bas.

Où cet anticlinal pénètre sur notre territoire il présente une inflexion anticlinale sur son flanc W.; nous ne l'avons pas retrouvé au N. du décrochement n° 4. La faille 5 est peu apparente; tout à fait au N. on voit la charnière, mise en évidence par la coupure du chemin des Tuffes; l'axe plonge vers le S. Le décrochement 6 est bien visible, les couches y sont retroussées jusqu'à N 70° E., 60-76° W.

Le rejet de la faille 8, qui suit le talus NE. du petit vallon n'a pu être mesuré exactement; par contre, les failles 9 et 10 sont bien marquées.

S 3. : Synclinal La Darbella — Les Cressonnières — La Baronne.

Sur toute sa longueur le flanc E. est le plus escarpé; en général, le Barrémien inférieur et l'Hauterivien sont verticaux, avec des renversements locaux, atteignant leur maximum (45° vers le SE.) chez Beauregard.

Au SE. des Jacobez nous avons observé des oscillations des bancs autour de leur direction moyenne, il en résulte que chaque niveau occupe une bande de terrain plus large que la normale. Selon Marcel Bertrand (Œuvres géol., p. 126-127), ce phénomène est fréquent dans le Jura.

Le synclinal est traversé par 9 failles, toutes bien marquées; les deux premières sont visibles seulement sur la route, leurs rejets ne semblent pas dépasser 10 m. Les couches du Barrémien du flanc W. sont fortement retroussées et renversées à la faille 6, un peu au N. du détour du chemin des Tuffes; celles de la base du Barrémien supérieur montrent le même phénomène à l'W. de la faille 8. Plus au N. nous n'avons pas pu poursuivre la faille 8; il semble probable que son rejet se réduit progressivement jusqu'à zéro où (ou avant que) les deux failles se rencontrent.

Notons la dépression dans l'axe du synclinal à l'E. des Jacobez. Elle semble résulter de l'érosion complète de l'Aptien, que nous avons cherché en vain. Les quelques affleurements visibles dans l'axe sont du Barrémien et ressemblent aux calcaires jaunes à la base. Toutes les couches s'inclinant vers l'axe, comme nous l'avons dessiné, nous ne sommes pas justifiés à admettre un repli anticlinal dans l'axe, bien que les roches mentionnées ci-dessus l'indiquent.

A 3 : Anticlinal de la Halle — Noirmont.

L'apparition la plus méridionale de cet anticlinal est indiquée par un affleurement de Berriasien au S. de la faille 6. Il ne peut pas appartenir au même flanc que le Berriasien de la route, car dans ce cas il faudrait admettre une épaisseur de 100 m. au moins pour celui-ci. Sauf pour les n°s 6 et 10, toutes les failles sont beaucoup moins évidentes dans A 3. que dans S 3.

Cependant la position du triangle de Valanginien entre les failles 9 et 10, par rapport à l'Infravalanginien au NE. de la Halle, suggère que l'anticlinal y est décapité.

Notons que le profil n° 8, levé par mes collègues Pannekoek et Boissevain, donne seulement une approximation des irrégularités qu'y présente l'anticlinal qui nous occupe. Nous n'avons point trouvé de Malm dans son noyau.

S 4.: Synclinal des Jacobez — La Cure.

Les affleurements les plus méridionaux se trouvent le long de la grande route des Jacobez à Prémanon, mais nous venons de voir que nous sommes obligés d'admettre aussi son existence au S. de la faille 6. Il est possible que ce synclinal commence déjà un peu au S. de la faille 5, mais plus au S. il n'y a pas assez d'espace pour l'intercaler entre le Barrémien inférieur qui affleure à 1.150 m. et l'Hauterivien inférieur de la route.

Toutes les failles de ce synclinal sont moins marquées que dans S 3., et surtout le tracé du n° 7 est hypothétique. La faille 9, dont la partie orientale a été observée par Pannekoek (et véri-

fiée par moi-même) est très évidente à 1.130 m. d'altitude, au détour du sentier. Sur ce point des affleurements de l'Infravalanginien N. 15° E., 20-30° E. la bordent au N., tandis que plus au SW. c'est le Calcaire roux à N. 40° E., 30° E.

La couverture glaciaire sur l'Infravalanginien au S. et les quelques affleurements douteux d'Hauterivien inférieur au N. ne permettent pas d'estimer exactement la valeur du rejet. Les affleurements étant fort rares, nous n'avons pu constater le tracé précis de faille 9 plus vers l'W. Cependant nous estimons qu'elle doit passer au S. d'un affleurement de Purbeckien à 200 m. au NE. de la ferme Joux dessus et qu'elle coupe le sentier à 225 m. au NNW. de cette ferme ; elle explique ainsi la présence, à quelques mètres au S. de ce dernier endroit, d'un banc calcaire grossièrement recristallisé du sommet du Bononien : N 20° E, 20° E.

Le Purbeckien précité n'a pas été déplacé à l'égard du Portlandien dans le ruisseau à 1070 m. d'altitude (N 43° E, 9° S. environ) et à l'Infravalanginien qui y affleure exactement à l'E. de la ferme (N 35-47° E, 15-25° S.) et en outre à 100 m. au SE. de l'affleurement purbeckien. Par contre ce Portlandien semble avoir été déplacé vers le S. à l'égard du Portlandien à l'W. de la Chaille, ce qu'on aperçoit en basant le profil 7 à la fois sur ces deux observations. Pour expliquer ce désaccord Pannekoek a supposé que nous ayons affaire à une première manifestation du décrochement N.-S. de Morez. Comme nous le verrons tout à l'heure, ce décrochement n'a pas traversé l'anticlinal 4; il nous paraît préférable d'expliquer cette relation sans admettre une dislocation. En effet nous estimons qu'il est plus simple de supposer que la direction N.-S., observée à l'W. de la Chaille, se continue sans déviation jusqu'à la faille 9 et d'expliquer la direction du Portlandien (N 43° E.) comme un retroussement topique. Toutes les couches de l'Infravalanginien non affleurantes au SE. de la Chaille doivent être parallèles à cette direction N.-S.

Bien que nous ne soyons pas portés à admettre l'existence d'une faille, là où nous pouvons expliquer autrement la structure, nous croyons bien que la direction N.-S est due aux mêmes causes que celles qui ont produit le décrochement plus au N.

Par suite du prolongement de F. 9 nous n'avons pas projeté les inclinaisons de l'Infravalanginien précité sur notre profil 7; du reste il en résulterait un dédoublement de l'épaisseur de l'Infravalanginien sur ce point. Cette épaisseur nous a même obligé à supposer une faible inclination des couches infravalanginiennes vers l'W., cachée par le Glaciaire.

On retrouve des ondulations semblables dans le Valanginien à l'E. de la Chaille et surtout dans l'Infravalanginien et le Purbeckien entre Joux dessus et les Jacobez. Si l'on suit la grande route du N. vers le S. on traverse d'abord le Purbeckien (56 m.), puis à la suite les replis suivants : Infravalanginien (22 m. 5), Purbeckien (2 m. 5), Infravalanginien (45 m. 5), Purbeckien (16 m.), Infravalanginien (16 m.), Purbeckien (3 m.). L'Infravalanginien montre nettement après 132 m. un dernier anticlinial secondaire.

Toutefois, en considérant les directions des couches au S. de la Joux dessus par rapport aux ondulations décrites ci-dessus, on pourrait peut-être expliquer la structure sans prolonger la faille; la couverture glaciaire et les éboulis nous ont empêché de prouver son existence d'une façon directe et exacte.

Plus au N., S. 4 n'est plus renversé; il s'est enlargi et dédoublé, l'un des axes secondaires doit poursuivre à peu près le prolongement de celui qui est au S. de la faille et se voit au confluent des ruisseaux à 320 m. de la Chaille; nous retrouvons l'autre à la confluence en amont. Nous n'avons rien trouvé qui puisse justifier le prolongement de la faille 8 au N. du décrochement 9.

Au N. de la vallée de la Chaille le dédoublement de S. 4 s'est prononcé. A cause du plongement de son axe (25° vers le NNE.) l'Urgonien occupe le noyau de l'embranchement oriental, qui suit la frontière franco-suisse.

Bien que les affleurements soient assez rares, nous avons bien pu suivre l'anticlinal secondaire qui sépare les deux embranchements.

Comme toujours, le Barrémien supérieur des deux synclinaux n'offre que peu d'affleurements mesurables.

A 4 : Anticlinal des Rousses.

Le flanc W. de cette voûte est partout le flanc le plus incliné, mais il offre moins d'affleurements que l'autre. Nous avons interprété le renversement du Malm dans profil 2; entre le Kimeridgien inférieur fossilifère et l'Infravalanginien il n'y a aucune couche mesurable.

Le long du sentier de la Combe des Groseillers on voit de beaux plans de faille parallèles au sentier, inclinés de 37 à 58° vers le N. Il est facile de constater qu'au S. de cette faille (n° 1) le Séquanien a une extension beaucoup plus grande qu'au N. Sur le flanc E. de l'anticlinal la faille n'est plus visible sur le territoire de notre carte; nous ne savons pas exactement où elle coupe le profil 2.

Plus au N. nous n'avons pas retrouvé le Séquanien, qui, dans cette région, doit être couvert par le Kimeridgien. Comme d'ordinaire dans le Malm, les failles ne sont pas visibles dans le terrain. Ce sont seulement les dépressions topographiques perpendiculaires à l'axe de l'anticlinal, considérées en rapport avec les rejets considérables des failles dans S 2 et S 4, qui nous ont permis d'en indiquer la continuation. Nous n'avons pas pu constater le rejet sur le miroir de faille n° 6 près de la Combe Sambine. Toutes les couches du Malm du flanc occidental s'inclinant vers l'W., tandis que le renversement ne peut être constaté que dans le Néocomien.

Bien que la végétation nous ait empêché d'en observer le tracé, nous sommes convaincus que le décrochement de Morez se trouve à peu de distance à l'E. des Moulins Grenier : les inclinaisons de 45 à 68° NW., constatées aux bords du Bief de la Chaille ne se laissent pas suivre vers le NE.; à une centaine de mètres dans cette direction on trouve des inclinaisons de 10 à 25° vers l'W. Un miroir de faille N 14° W., à peu près vertical, qui se trouve à 600 m. en amont, forme peut-être déjà le début du décrochement; il présente en effet deux systèmes de cannelures, l'un horizontal, l'autre incliné de 50° vers le S.

Nous n'avons aucune raison d'admettre l'existence du décrochement plus au S.

Il paraît probable que des failles accessoires l'accompagnent; nous citerons un miroir de faille à peu près parallèle au précédent à 250 m. à l'ESE. des Moulins Grenier; nous avons prolongé cet accident de 200 mètres vers le N. pour expliquer l'inclinaison de 50° SE., à 1.025 m. d'altitude au sentier des Moulins, par rapport aux inclinaisons ininterrompues de 20 à 32° NW. que nous avons observées à la suite de la direction de cet affleurement, sur la partie de la pente entre les courbes des niveaux 920 et 960 m.

Le renversement local du flanc oriental dans le profil 8 n'est basé que sur l'observation d'une forte inclinaison près de l'axe : comme nous n'avons pas trouvé de traces de faille, c'est la seule façon d'intercaler les trois quarts supérieurs du Bononien entre l'axe et les affleurements du Bononien supérieur qui se trouvent à une centaine de mètres vers le SE.

La faille qui est bien visible quelques mètres au NW. de la gare des Rousses semble avoir un rejet peu important.

Les replis locaux qui se trouvent 800 m. à l'E. des Rousses offrent des affleurements bien mesurables, en outre les anticlinaux secondaires sont bien marqués dans la topographie, le plus grand est un bel exemple d'inversion de relief.

S 5.: Synclinal de Prémanon — Lac des Rousses.

Le décrochement de la Combe des Groseillers (n° 1) est très bien marqué dans le synclinal de Prémanon, la combe occidentale du Purbeckien étant déplacée sur une distance de 250 m. Le rejet ne se laisse pas constater aussi exactement sur le flanc oriental à cause des éboulis, qui ont, sur ce point, une grande extension. Nous insisterons sur le fait que la partie située au N. de la ligne de fracture est plus comprimée que celle du S. Cela nous paraît en désaccord avec la théorie de Heim et avec les observations de Lagotala en ce qui concerne le décrochement de Saint-Cergue.

Les couches du Valanginien de la lèvre septentrionale du décrochement sont fort retroussées.

La position des bancs purbeckiens 400 m. au N. du décrochement change rapidement. Les dépôts glaciaires nous ont empêchés d'observer si la faille n° 6 se continue jusqu'à la Teppe; comme au S. de ce chalet la direction des couches s'infléchit vers le N., nous estimons qu'il n'est pas nécessaire de prolonger la faille.

La couverture glaciaire étant très développée au NE. de Prémanon, la forme du synclinal, telle qu'elle est représentée dans le profil 6, doit être fort hypothétique.

A l'W. des Moulins Grenier notre synclinal s'est dédoublé comme on le peut observer dans le lit du Bief de la Chaille ; c'est en grande partie sur ces observations que le profil 7 est basé, quoique les quelques affleurements sur le sentier de Prémanon, au NW. des Moulins, indiquent déjà le repli anticlinal. Le renversement du synclinal secondaire n'a été observé qu'au ruisseau ; ici, l'inclination est plus accentuée : la base de l'Infravalanginien y est renversée jusqu'à 25° N., tandis que le plongement des bancs qui affleurent une soixante de mètres en amont est de 30° vers l'E. C'est le même coude que l'on retrouve au delà de la ligne de fracture.

L'influence du décrochement de Morez est très sensible : l'Hauterivien au bord du Bief de la Chaille continue la direction du Portlandien, qui affleure 180 m. vers le NE., tandis que les directions de l'Infravalanginien en amont ne permettent pas de supposer un décrochement sans fracture. En effet, il faut remonter le ruisseau jusqu'au pont pour trouver des directions N.-S.; là nous avons affaire au retroussement des couches du Purbeckien et de la base de l'Infravalanginien. Au delà du décrochement on trouve peu d'affleurements, mentionnons en tout cas la combe purbeckienne du flanc SE., bien marquée entre deux petites crêtes déterminées respectivement par le Bononien et l'Infravalanginien. A environ 1.000 m. d'altitude par contre presque tous les niveaux affleurent bien, même le Valanginien. A 960 m. d'altitude nous avons constaté le renversement du flanc NW.; les couches de base de l'Infravalanginien plongent 40° vers l'W.

L'extension du lambeau de Barrémien supérieur sur la colline à l'W. des Rousses a été exagérée pour le rendre visible sur la carte. La couverture glaciaire ne permet pas de constater sa relation avec le Barrémien du cœur de notre synclinal et nous n'avons pas trouvé d'affleurements au-dessus de la courbe du niveau 1.080 m.; nous estimons tout de même qu'il s'agit d'une digitation du synclinal de Prémanon, commençant aux Rousses d'Amont. C'est en se basant sur cette idée que nous avons dessiné le profil 11; en outre, le plongement de 65° du Barrémien inférieur considéré par rapport à la largeur de la bande occupée par ce sous-étage exige quelque complication tectonique dans cet ensemble. A une centaine de mètres vers l'WSW., par contre, il n'y a plus d'espace pour cette complication; il faut donc en conclure que l'anticlinal secondaire a déjà disparu.

A l'E. des Rousses d'Amont on voit apparaître un nouveau synclinal, dont le noyau de Barrémien supérieur se trouve en contact anormal avec l'Hauterivien supérieur ; comme toutes les couches mesurables plongent de 35 à 60° vers le N. nous estimons qu'il faut admettre un pli-faille. La faille transversale marquée sur la carte (F 14) n'a qu'un rejet d'une douzaine de mètres.

Nous n'avons pas pu retrouver la localité fossilifère de l'Aquitanien indiqué par la carte de Schardt à 500 m. au NNW. de l'église des Rousses; plus vers le NE. cet étage n'affleure que rarement.

A l'W. du détour de la route de Bois d'Amont, NE. des Rousses d'en Bas, on peut observer à 1.095 m. d'altitude des affleurements du Barrémien supérieur et inférieur, de l'Hauterivien, de l'Infravalanginien et du Portlandien, tous serrés ensemble dans une bande de 15 m. de largeur; la position de l'Hauterivien est N 35° E, 72° W, tandis que le Portlandien, avec une direction parallèle, plonge de 47° vers l'W.: il y a ici un grand pli-faille. En général, les affleurements contre le pli-faille sont toujours trop petits pour être marqués sur la carte ; ils appartiennent au Barrémien. Au N. de l'étang Paget, le pli-faille est bordé par une zone d'une dizaine de mètres de Barrémien supérieur (N 45° E, 55° E), flanquée vers l'E. par le Barrémien inférieur vertical ;

400 m. vers le NE. c'est l'Hauterivien (N 33° E, 87° W) qui se trouve en contact anormal avec le Portlandien dans une direction parallèle, plongeant de 57° vers l'E.

A 5.: Anticlinal de la Combe du Mont Fier.

Au S. du décrochement n° 1, nous n'avons trouvé ni les marnes à *Exogyra virgula,* ni les pisolithoïdes caractéristiques du Séquanien, de sorte que nous avons dû baser les contours des étages du Malm sur la fréquence des calcaires à aspect dolomitique et sur des observations tectoniques. Il en résulte que le contour du Séquanien dans l'axe, surtout en ce qui concerne le flanc oriental, n'est pas très exact; il en est de même du tracé du décrochement. Par contre, les lignes d'affleurement de la limite du Kimeridgien et du Portlandien sont plus nettes ; le Portlandien inférieur du synclinal secondaire nous a fourni entre autres un fragment d'*Acrostylus trinodosus,* Volz.

La position verticale du flanc oriental de ce synclinal n'a pas été observée, de sorte qu'il est possible que nous ayons affaire à une faille à déplacement plus ou moins vertical ou bien à un pli-faille. Le niveau 5 du Kimeridgien supérieur affleure à 300 m. à l'WNW. du chalet La Neuve.

Au N. du décrochement, le repli que nous venons de décrire est encore bien marqué, quoi qu'il soit moins important ; sur le tracé du profil 2 nous avons constaté un plongement de 70° vers le NW. Plus vers le N. nous n'avons pas retrouvé le pli secondaire.

Vers l'E. du nez du Mont Fier l'axe de l'anticlinal commence à plonger vers le NE., ce que nous avons observé à maintes reprises, par exemple dans le Dogger du lit des ruisseaux, mais les affleurements ont été un peu exagérés sur la carte; il en est de même pour la bande du Séquanien supérieur 650 m. plus loin.

Au NW. de Prémanon on peut observer des variations rapides de la direction des couches verticales du Malm supérieur formant le flanc oriental de A 5. Comme la succession des divers types de roches portlandiennes n'y est pas normale, nous n'avons pu étudier en détail ce phénomène; nous avons peut-être affaire

à quelques décrochements à rejet minime, mais avec retroussement horizontal. Peut-être même s'agit-il de l'amorce de la faille au S. d'En Aris.

Là, où l'anticlinal de la Combe du Mont Fier est entaillé par le Bief de la Chaille, il est tellement renversé que le flanc SE. plonge avec 28-45° vers le N., tandis que le flanc septentrional présente des inclinaisons variant de 36-50° N. L'inflexion de la bande de terrain occupée par le Portlandien n'est évidemment que le résultat de l'entaillement de ce pli oblique par la cluse du Bief. Sur le tracé du profil 7, par contre, sa forme ressemble encore à celle qu'il présente dans la Combe du Mont Fier.

Par suite de la position fort renversée de l'anticlinal 5, on ne peut constater la valeur du rejet en sens horizontal du décrochement. Il est, en effet, possible d'admettre que ce décrochement ait été affecté aussi d'un déplacement en sens vertical, ce qui aurait produit le même effet qu'un déplacement dans un sens horizontal. Dans cette hypothèse, le rejet horizontal du décrochement semblerait agrandi ou diminué, à mesure que la lèvre orientale aurait monté ou baissé relativement. Hélas les maigres affleurements ne permettent pas de résoudre ce problème!

L'anticlinal de la Combe du Mont Fier se laisse poursuivre jusqu'au NNW. des Rousses ; nous n'en avons pas trouvé trace plus au NE.

S 6.: Synclinal du Mont Fier.

Comme nous n'avons pas observé d'affleurements des marnes à *Exogyra virgula* dans le coin SW. de la carte, les contours géologiques sont un peu vagues en ce qui concerne le Kimeridgien. Un kilomètre au N. de Prémanon, nous avons trouvé par contre quelques affleurements qui doivent appartenir au niveau 5 du Kimeridgien supérieur.

Dans l'escarpement du Mont Fier on peut voir déjà de loin le plissement dysharmonique des marnes du Séquanien inférieur entre les bancs calcaires horizontaux.

Le lambeau de Calcaire roux à l'W. du Bief de la Chaille est interprété, tandis que dans le lit de ce ruisseau et plus vers l'E. cet étage affleure mieux que d'ordinaire.

Des complications existent sur le côté oriental du décrochement, où elles sont très bien observables dans la rigole de la route. Tous les plans de faille sont mesurables, sauf celui du pli-faille contre A 5, qui est interprété pour expliquer l'absence du Calcaire roux et de la partie inférieure de l'Hauterivien.

Le triangle de Barrémien inférieur à l'E. de la faille n° 13 a dû être exagéré pour être visible sur la carte.

A 6.: Anticlinal de la Combe Berthod — Combe du Vert.

Si l'on regarde les escarpements du Mont Fier, en se trouvant dans la Combe Berthod, on croit voir une faille ; cependant ce n'est qu'une illusion d'optique, le hiatus de l'escarpement étant produit par l'érosion.

Le rejet des failles à l'E. du Mont Jiavy et au S. d'En Aris ne se laisse pas constater.

L'entaille du petit ravin à l'WNW. de Prémanon a peut-être été causée par la faille d'En Aris, mais en tout cas sans produire un rejet considérable.

Bien qu'au S. du Turu les dépôts glaciaires ne permettent plus de séparer les anticlinaux 6 et 7, nous estimons que les affleurements de Dogger ne correspondent qu'à ce dernier. En effet, les directions des affleurements de Callovien, de Spongitien et d'Argovien sur la route de Prémanon, considérées par rapport à celles du Bathonien des ruisseaux vers le SW. et vers le NE. nous empêchent de supposer la jonction des deux anticlinaux.

Il va sans dire que les coupes 7 et 8 sont très hypothétiques en ce qui concerne la représentation du Dogger de l'anticlinal qui nous occupe. En faveur de l'existence de deux anticlinaux bien distincts dans la coupe 8 on peut en outre remarquer que sans cela la valeur de la compression horizontale serait beaucoup moindre dans celle-ci que dans la coupe 7.

Nous croyons qu'il faut considérer la continuation de l'anticlinal de la Combe Berthod dans celui de la Combe du Vert. Au premier abord on serait tenté de la chercher plus au N., dans l'axe du Risoux, en supposant un déplacement vers le N. de la lèvre orientale du décrochement de Morez. Mais dans ce cas, il

y aurait une compression horizontale moindre de la lèvre orientale de S 6, que de celle de la lèvre occidentale de ce synclinal. Comme la comparaison des coupes 7 et 9 nous montre le contraire, il est logique d'admettre que l'axe de l'anticlinal 6 s'est déplacé vers le S. plutôt que vers le N. En outre, si nous parallélisions A 6 avec l'axe du Risoux, nous serions obligés de supposer : 1° que les deux anticlinaux de la pente orientale du Risoux fussent des unités nouvelles, commençant ensemble près du Sagy; et 2° que A 7 n'eût pas de continuation distincte.

Du côté oriental du décrochement l'anticlinal 6 est bordé par deux failles longitudinales, dont celle qui borde S 6 est presque partout visible. L'autre s'observe le long de la route nationale, nous l'étudierons à propos du synclinal suivant.

La faille qui sépare le Risoux de la Vallée des Rousses ne présente les caractères typiques d'un pli-faille qu'au SE. du Sagy et près des Rousses d'en Bas, tandis qu'en général le flanc qu'il coupe n'est pas renversé.

Là, où le repli synclinal, qui suit la pente orientale du Risoux, est occupé par les complexes 3 et 4 du Bononien, il donne naissance à une combe souvent bien marquée, dans laquelle on trouve les seuls affleurements du Gompholite de notre région. Sur la carte nous n'en avons marqué que les affleurements importants. Les couches fort irrégulières du Gompholite ne permettent pas à observer ses relations tectoniques avec le substratum. Il est possible que le chaos de blocs néocomiens qu'on trouve sur le replat de 1.060 à 1.070 m. d'altitude entre les Rousses et Sous-les-Barres soit, au moins en partie, un produit de la désagrégation de ce Gompholite.

La coupe 12 est très hypothétique pour ce qui concerne l'Argovien et le Séquanien inférieur. La seule couche bien mesurable de ces étages est le banc fossilifère marqué sur la carte. Ce banc, que nous attribuons sous toute réserve à la base du Séquanien, doit se trouver dans le flanc septentrional de l'anticlinal de la Combe du Vert, comme nous l'avons dessiné.

La faille inverse qui borde la Combe du Vert est presque partout bien marquée, le plan plonge de 50-90° SE.: En face du Fort du Risoux cette inclinaison présente des variations rapides.

A 600 m. au NE. de ce Fort la faille est dédoublée, la largeur du paquet de couches de la base du Séquanien supérieur a été exagérée sur la carte.

Bien que nous n'ayons observé des retroussements qu'au S. de la Guedille, nous n'hésitons pas à considérer la faille en question comme un pli-faille.

S 7.: Synclinal du Mont Jiavy — Chez Gaillau — Combe Sèche.

Ce synclinal est bien individualisé au Mont Jiavy et surtout dans la cluse à l'E. des Arcets, où le ruisseau suit nettement son axe, entaillant à maintes reprises la charnière. Au S. des Arcets, par contre, nous n'avons pas trouvé d'affleurements mesurables.

Nous venons de discuter l'existence de S 7 au S. du Turu. A l'E. du décrochement de Morez, le flanc occidental, renversé, constitue un élément très singulier dans la topographie.

Les couches séquaniennes et kimeridgiennes, plongeant toutes de 40 à 60° vers le NW., se laissent si difficilement raccorder avec celles qui affleurent autour de ce massif distinct, qu'on est tenté d'y voir une masse sans racine, qui aurait glissé sur les marnes argoviennes.

Nous pouvons cependant très bien expliquer la position de ce massif en le limitant par le décrochement de Morez. En outre, il y a une faille inverse entre le Séquanien supérieur du jambage méridional, plongeant de 35° vers le N. et le Kimeridgien avec une inclinaison de 60° N. Les directions de ces affleurements étant parallèles à celle de la faille, on serait tenté d'y voir un pli-faille typique, résultant de l'étirement complet du flanc inverse de S 7, qui manque en effet. Mais nulle part nous avons trouvé les restes retroussés de ce flanc et à la Guedille le Portlandien plonge de 38° vers le SE., tandis que les plans de faille observables y présentent des inclinaisons de 58 à 60° dans la même direction. Comme nous n'avons pas fait d'observations contradictoires, nous avons dessiné le plan de faille avec la même inclinaison dans toutes les coupes.

La succession des couches étant tout à fait normale dans la

lèvre septentrionale de la faille, depuis le Kimeridgien jusqu'au Séquanien inférieur, qui affleure à une vingtaine de mètres au S. de Sous-les-Barres, nous concluons que celui-ci se trouve en position renversée sous l'Argovien de l'Axe de A 7.

Au confluent des ruisseaux, en amont de Sous-les-Barres, se trouve un petit lambeau de Séquanien inférieur: N 10° W-48° E, 17-32° W. Nous croyons qu'il est éboulé en masse, mais il est possible de l'expliquer d'une façon analogue à la masse précédente. On pourrait le limiter vers l'W, par un embranchement hypothétique de la faille au N. de Sous-les-Barres (F 19) et vers le S. par celle au N. du Sagy, qui serait coupée et déplacée vers le N. par F 19. En l'expliquant de cette façon, nous aurions affaire à la lèvre septentrionale de S 7.

Toutefois, le fait que la base du Séquanien supérieur se trouve au-dessous du Belvédère 170 m. plus haut qu'au S. de Sous-les-Barres, — tandis que l'axe semble plonger de 30 à 40° vers le NE., — nous a fourni matière à prolonger la faille au N. de Sous-les-Barres ; ce prolongement explique en même temps que le sens du plongement est en général contraire sous le Belvédère et au N. du Sagy. Vers l'E. de ce prolongement le synclinal du Mont Jiavy n'est plus bien individualisé, tandis que son flanc septentrional s'y trouve en position normale.

Faute d'affleurements on ne peut pas observer la présence de la faille longitudinale dans le pâturage à l'ENE. de Sous-les-Barres, mais on peut y voir les bancs du Séquanien de l'escarpement 700 m. au NE. de Sous-les-Barres, qui semblent plonger de 24-25° sous la combe argovienne. En montant la pente on peut se rendre compte qu'on a affaire à une faille et comme nous verrons tout de suite que le sens et la valeur de son rejet sont environ égaux à ceux de la faille précitée, nous sommes convaincus que c'est la continuation de celle-ci.

Vers le NE. la faille est partout bien évidente; à l'E. de la Guedille on peut voir le contact anormal sans le moindre retroussement, le rejet en profondeur doit être à peu près 600 m. (cosec. 44° $\times$ 410 m., où 44° est l'angle entre le plongement de la faille, 66°, et celui des deux lèvres en moyenne, 22°, et 410 m. est le minimum de la distance stratigraphique entre les deux couches

qui se trouvent actuellement au même niveau : Bononien supérieur et niveau 6 du Séquanien inférieur). En nous basant sur ces observations nous tâcherons d'interpréter cette faille, considérée en rapport avec celle qui se trouve 115 m. vers le NW. Remarquons d'abord qu'on ne peut par paralléliser le pli-faille de la Combe du Vert avec la faille longitudinale au N. du Sagy, ni avec S 7, car elle prend naissance au sein du Séquanien inférieur à 600 m. au SW. de la Guedille.

Nous estimons : 1° que la faille s'est établie durant le plissement et à cause des mêmes agents, et 2° qu'il faut considérer la zone affaissée de Portlandien et Infravalanginien comme la continuation de S 7. Il en résulte que nous avons affaire à un pli-faille, qui ne se distingue que par l'absence totale du flanc inverse. Pour expliquer cette absence on peut supposer qu'à l'E. du décrochement de Morez l'effort de poussée aurait augmenté si vite que la série de calcaires au-dessus de l'Argovien ne pouvant plus réagir plastiquement en formant le jambage oriental de S 7, aurait cédé à la poussée en se rompant. Si cette fracture avait été établie avant la formation de S 7, on pourrait l'appeler faille inverse ; si S 7 avait déjà été formé on a affaire à un vrai pli-faille : la différence est donc graduelle. Il est même bien possible que, par exemple, à la Guedille, la fracture naquit avant que S 7 fût formé, tandis qu'au moment où le soulèvement, se poursuivant selon le plan de fracture (celui-ci se propageant vers le NE.), a atteint le Sagy, sur ces entrefaites S 7 a pu s'y former. En résumé, une même faille peut agir comme pli-faille et comme faille inverse sur deux points différents.

On peut s'imaginer aussi qu'au-dessous de la Guedille les marnes argoviennes, étant plus plastiques, présentent le synclinal bien développé.

En deuxième lieu on peut supposer que la faille de la Guedille se serait établie après la fin du plissement de A 6 et A 7 (mais probablement à cause de la même poussée) : A 6 et A 7 se seraient joints à l'E. de F 19, formant de cette façon, une seule grande voûte entre les deux synclinaux portlandiens. Nous croyons que les forces qui auraient produit une telle faille inverse dans cette voûte massive devraient se manifester aussi ail-

leurs, cependant nous n'avons pas observé de telles manifestations.

En outre la zone étroite de la Combe Sèche entre les deux blocs soulevés serait difficile à expliquer, car il nous semble hors de propos d'y vouloir voir un vrai fossé d'effondrement. Comme cette interprétation s'accorde enfin moins avec le développement à l'W. de F 19, nous adopterons la première manière de voir.

Au N. du Fort du Risoux le tracé de cette grande faille est moins facile à suivre, sauf en ce qui concerne la partie qui sépare le Séquanien inférieur de la Combe du Vert et le Portlandien qui borde cette combe au N. A l'W. de l'Etang Paget on peut bien observer le déplacement de la faille, qui redevient difficile à trouver au NW. de cet Etang, où elle est bordée des deux côtés par les calcaires d'aspect dolomitique. A cause de l'absence des marnes du Séquanien inférieur, la Combe du Vert est moins bien marquée dans cette partie que plus vers le SW.

A 7.: Anticlinal des Arcets — Les Rivières — Le Risoux.

L'anticlinal des Arcets apparaît pour la première fois d'une façon distincte sur notre carte dans la combe au N. du Mont Jiavy. Comme son flanc inverse présente un plongement beaucoup moins fort que le flanc normal, nous concluons que son noyau est étranglé.

A l'E. des Arcets on trouve un repli synclinal ; les rares affleurements mesurables ne permettent de déduire ni la position exacte de son axe, ni ses relations avec S 7. L'anticlinal méridional semble naître quelques mètres à l'E. de la ruine entre les Arcets et En Aris, où l'on peut observer une charnière anticlinale. En tout cas, les contours géologiques dans cette partie de la carte sont peu exacts, de même que le profil 5.

Pour ce qui est des deux anticlinaux, la coupe 6 est beaucoup plus exacte, mais comme la combe intermédiaire n'offre pas d'affleurements mesurables, la forme du synclinal correspondant est un peu hypothétique.

Dans le lit du ruisseau 300 m. à l'W. de chez Gaillau nous avons observé une faille dont on ne peut constater ni le rejet ni la continuation. Entre ce ruisseau et celui de chez Gaillau l'axe plonge dune trentaine de degrés vers le NE.

Etant donné les directions du Dogger plus vers l'W., l'inflexion que présente le noyau de Dogger dans la coupe 7 ne peut pas correspondre au repli synclinal marqué dans la coupe 6. Comme nous croyons improbable la disparition totale de l'anticlinal septentrional, nous supposons que sa racine comprimée se trouve dans la bande d'Argovien tandis que le noyau de Dogger aurait été étranglé et érodé.

Il nous semble trop hasardeux de le représenter aussi dans la coupe 5, où il a peut-être déjà disparu.

Nous n'avons pas trouvé d'indices de failles importantes entre le Turu et le Crêt des Arcets; il nous semble possible d'expliquer la descente de l'escarpement des Arcets à l'W. des Rivières par l'érosion, qui a mis au jour la partie inférieure du jambage renversé du grand anticlinal de Dogger.

Toutefois, il est cependant probable qu'il existe sur ce point quelques failles peu importantes, car les couches sont peu régulières : du pont jusqu'à 600 m. vers l'W. les mesures des couches donnent des valeurs variant de N 28° à 96° E, 80° N à 30° S, tandis que ceux des miroirs de faille donnent des directions de N 21, 40, 48, 122° W et des inclinaisons de 27° SW — perpendiculaire — 40° E.

Entre le Bathonien supérieur, qui affleure à quelques mètres au S. du ruisseau, et le Séquanien supérieur il y a à peine 90 m. d'espace pour placer l'Argovien et le Séquanien inférieur, de sorte qu'il faut admettre que ceux-ci sont fortement écrasés; comme nous l'avons vu à propos de l'étude stratigraphique du Bathonien supérieur et du Callovien inférieur, ces deux étages, eux aussi, sont amincis.

Le Turu est par contre coupé par une série de failles, groupées en éventail, rappelant par ce groupement les grands décrochements du Jura. En suivant la route nationale de Gouland vers le SW., on rencontre après le décrochement de Morez les plans de faille suivants :

1 : N 43° W, 77° SW, où les cannelures plongent de 20° vers le SE.; la lèvre septentrionale a été déplacée 18 m. vers l'W. ;

2 : N 60° W, perpendiculaire en moyenne, concave vers le SW; la lèvre septentrionale a été déplacée 2 m. vers l'W.;

3 : N 20° W, perpendiculaire en moyenne (pas exactement observable); la lèvre septentrionale a été déplacée 35 m. vers l'E.;

4 : N 63° W, 75-80° N ; le compartiment septentrional a été déplacé moins que 10 m. vers l'W. A 12 m. au-dessus du niveau de la route cette faille est marquée par une brèche de friction, épaisse de 1 m. Elle présente deux systèmes de stries inclinés respectivement 50° NW. et 20-10° SE. qui se coupent l'un l'autre.

Sur la pente septentrionale du Turu la position moyenne des couches entre 825 et 860 m. d'altitude est verticale ; cependant on y peut observer des variations locales jusqu'à 51° N.

Le décrochement de Morez est très bien marqué dans la topographie, de même que les failles qui limitent le lambeau de Séquanien supérieur à l'E. de Gouland. A une dizaine de mètres àl'W. de la maison qui se trouve 650 m. au NE. de Gouland la faille n° 19 se manifeste par un retroussement des couches, de N 30° E, 25° W, à N 30° W, 50° W. La lèvre orientale est couverte par les pâturages de sorte qu'on ne peut pas mesurer le rejet horizontal, qui doit être peu important. Comme le lambeau de Séquanien à l'E. de Gouland est plutôt affaissé à l'égard du Risoux, il semble logique de supposer, près de la maison, un rejet vertical d'environ 25 m. au lieu d'un rejet horizontal d'une soixantaine de mètres, qui poduirait le même effet.

Nous considérons comme appartenant à la faille 19 un miroir N 65° W, 60° E, à la route de Trélarce; F 19 serait alors une faille en surplomb. Un miroir de faille N 77° W, vertical, avec cannelures plongeant de 40° vers l'W., n'est évidemment qu'une microparaclase accompagnante, qui se laisse interpréter comme « Fiederspalte » (voir Cloos : 1920). Nous n'avons pas pu suivre F 19 au NW. de Trélarce; à l'W. de ce hameau elle est encore bien marquée.

Aux escarpements au-dessous du Belvédère on peut observer beaucoup de petites failles, dont la direction et l'inclinaison varient fortement ; les rejets ne dépassent pas quelques mètres.

La faille qui borde la Combe Sèche au N. est presque partout marquée par une épaisse brèche de friction et nous ne doutons pas que c'est le prolongement de celle qui limite le lambeau de Séquanien à l'E. de Gouland, car c'est seulement sur les 270 m. où la faille coupe les pâturages marneux qu'elle ne peut pas être observée. Le fait qu'à l'W. de Sous-les-Barres l'axe de A 7 se trouve au S. de cette faille, tandis qu'au NE. de cette localité il a été déplacé vers le N., se laisse expliquer par un plissement inégal des deux lèvres de F 19.

Vers le N. le rejet de la faille de la Combe Sèche diminue progressivement jusqu'à zéro.

Notons le champ de lapiés, que présentent les banc à *Nerineidae* du Kimeridgien supérieur au SE. de la Croix du Tronc. Il est un peu difficile de fixer l'âge de ces bancs, car ils se trouvent compris entre des calcaires à aspect un peu dolomitique, ressemblant au Portlandien inférieur, et des oolithes blanches qui semblent appartenir au Kimeridgien. Comme les bancs à *Nerineidae* présentent beaucoup plus d'analogies avec ceux du Kimeridgien qu'avec ceux du Portlandien, nous sommes convaincus de leur âge kimeridgien.

S 8.: Synclinal complexe de Longchaumois — L'Enfer — La Doye — Crêt a la Dame.

A l'W. du décrochement de Morez, la zone synclinale de l'Enfer est partout divisé en au moins trois synclinaux bien distincts, tandis qu'au NW. du Mont Jiavy on en trouve même cinq.

Dans toute cette zone il est difficile de suivre les synclinaux et les anticlinaux sur le terrain, car le Purbeckien, le Calcaire roux et l'Hauterivien n'affleurent que très rarement et les plongements des couches varient beaucoup : citons le Barrémien inférieur à l'W. de la petite Combe, dont l'inclinaison du flanc oriental varie de 50° NW. à 70° SE., et l'Infravalanginien à l'E. de cet endroit : 65° NW. à 66° SE. Cependant il faut faire une

exception pour l'Hauterivien du synclinal de la Petite Combe, qui offre de bons effleurements sur toute sa longueur.

Nous croyons inutile d'énumérer nos interprétations, qui se rapportent surtout au Valanginien et à l'Hauterivien, et dont les contours doivent souvent être peu exacts. Là, où nos observations permettent plusieurs interprétations, nous avons toujours choisi la plus simple.

La bande de Barrémien supérieur au SE. de la Petite Combe, qui s'est déjà beaucoup rétrécie, a été remplacée à une cinquantaine de mètres à l'W. de la limite de la carte par le synclinal de la Petite Combe, dont l'axe se trouve à 75 m. au SE. de la route de Longchaumois.

Les quelques levés que nous avons faits en dehors du territoire de la carte semblent indiquer que les deux synclinaux de Barrémien à l'W. de la Petite Combe s'unissent à 200 m. environ à l'W. de la limite de la carte.

Sur le flanc SE. du synclinal méridional le Purbeckien, le Valanginien et les parties marneuses de l'Hauterivien sont par places totalement laminés.

Dans l'axe de l'anticlinal purbeckien, au S. de la Combe des Adraits, nous avons trouvé à environ 90 m. au NE. du tracé de la coupe 6 un affleurement d'Infravalanginien compris entre deux bandes de Purbeckien : nous avons probablement affaire à une inflexion dans l'axe.

Nous n'avons rien trouvé qui nous oblige d'admettre l'existence d'une faille à l'W. de F 21 ; cette faille n'a, du reste, été observée qu'au N. du ruisseau de l'Enfer.

Insistons sur ce que la coupe 9 est moins exacte que les autres : le fort plongement de l'Hauterivien, du Valanginien et de l'Infravalanginien que nous avons figuré à l'E. de la Bienne n'est qu'une interprétation nous permettant d'intercaler ces couches entre l'axe du synclinal et l'Infravalanginien dans l'axe de l'anticlinal secondaire au SE.

Mentionnons le petit cône de déjection à l'W. de la Cassine. Au NW. de ce cône on peut observer une complication dans le Portlandien du flanc oriental de S 8. Tandis que la position normale dans ce flanc est N 35-55° E, 50-70° E, on peut mesurer à 6 m. au

S. d'un faible détour du chemin du Béchet: N 15° E, 15° W; 6 m. plus vers le S: N 50° E, 50° E et enfin après 5 m.: N 100° E, 20-30° E. Toutes ces positions passent visiblement l'une à l'autre, sans traces de failles; nous en concluons que nous avons affaire à un synclinal secondaire de directions irrégulières. Sans admettre aussi l'existence de ce synclinal dans les coupes 9 et 10, la puissance du Portlandien y serait trop grande.

Remarquons que les divers synclinaux de la zone qui nous occupe se retrouvent dans la coupe 12, c'est-à-dire dans la lèvre orientale du décrochement de Morez. Les dépôts glaciaires nous ont empêché d'observer le passage au synclinal simple à l'E. de la courbe du niveau 1.060 m.

A l'W. de Trélarce il est fort difficile de suivre les contours des étages, car l'inclinaison de la surface topographique ne diffère que très peu du plongement des couches, de sorte qu'une ondulation légère de ces dernières peut dédoubler la bande occupée par un étage.

Nous renonçons à décrire le prolongement vers le NE. du synclinal portlandien, qui ne présente aucune complication.

A 8.: Anticlinal du Bois Chinceval — Morez — Belle-Fontaine.

L'anticlinal 8 forme une grande voûte assez uniforme. Les contours du Kimeridgien sont souvent peu exacts, car nous n'avons trouvé que très peu d'affleurements de pisolithoïdes dans la partie supérieure du Séquanien et des marnes à *Exogyra virgula* du Kimeridgien supérieur.

La faille 21 est évidente entre le Béchet et la Grange Patier, quoique nous n'ayons nulle part observé le plan de dislocation, ni le contact visible des deux lèvres. Au S. et au N. de cette grange affleurent des calcaires du type A. du Séquanien, de sorte qu'on peut en conclure qu'une partie du Glaciaire au SE. de la grange repose sur le Séquanien inférieur; nous n'avons pas trouvé d'affleurements de ce sous-étage.

L'escarpement au-dessus de Morez montre une large fente à N 75° E de la Grange Patier; les habitants ont dénommé cet en-

droit la *Roche Fendue*. En effet, une masse de Séquanien supérieur, d'une surface de 7.000 m² au moins, s'est détachée complètement de la carapace de l'anticlinal de Morez et s'est affaissée d'une vingtaine de mètres, sans s'être inclinée de plus de 10°. Comme cette masse n'est soutenue que par les marnes du Séquanien inférieur et de l'Argovien, qui présente plusieurs éboulis, le danger d'un écroulement en masse n'est pas tout à fait imaginaire.

Jusqu'ici nous n'avons observé qu'une faille dans la voûte qui nous occupe, et la Combe de Belle-Fontaine semble également être dépourvue de ces accidents. On pourrait conclure qu'en effet les grands anticlinaux seraient trop massifs pour comporter des failles à petit rejet. Cependant on peut les observer partout où des alternances de couches bien reconnaissables ont été mises en évidence. Nous l'avons déjà constaté aux escarpements au NE. de Sous-les-Barres et on peut l'observer aussi à l'E. de Morez. Le long de la voie du chemin de fer de cette ville on voit respectivement, à 55, 65 et 70 m. au S. de la gare, 3 plans de faille N 105-110° E, 80-60° N. Les rejets en sens vertical sont de 0,3 à 0,6 m., les composantes horizontales ne se laissent pas évaluer. Toutefois, il est possible qu'il faille les considérer comme des microparaclases accompagnant le décrochement de Morez, dont le tracé ne se laisse pas suivre exactement.

Ce décrochement est très évident dans la retombée occidentale de l'anticlinal, où les arêtes de calcaires verticaux ont été déplacées d'au moins 400 m. Lors de la réunion extrarodinaire de la Société Géologique de France en 1885 les membres ont déjà reconnu ce décrochement, cependant sans constater qu'il y ait vraiment fracture. Nous ne croyons pas qu'il soit possible d'expliquer la position de la base du Séquanien supérieur N 45° E, 80° NW, vis-à-vis du Bajocien N 3° W, 50° W, à 600 m. au N. de la grande place de Morez, par un simple décrochement sans fracture.

Nous avouerons cependant que la représentation du décrochement dans la coupe 12 est un peu hypothétique, car nous ne connaissons pas la valeur de la composante verticale du déplacement.

Il n'y a pas lieu de s'arrêter à la partie orientale de l'anticlinal, qui est très régulier.

S 9.: Synclinal de La Mouille-Morbier.

Nous préférons étudier ensemble les voussures de la zone La Mouille-Morbier, qui forment un synclinal irrégulier, peu profond mais bien individualisé.

Cette zone synclinale se distingue par la fréquence de flancs inverses et par les variations rapides du sens et de la valeur des plongements. Ces deux phénomènes s'observent surtout dans le Bononien supérieur le long de la route qui conduit de La Mouille à Morez. A un km. de La Mouille le passage de la position normale jusqu'au renversement s'accomplit dans une bande d'une dizaine de mètres de largeur, de sorte qu'on croit voir un tonneau où les bancs du Portlandien ont été bien mis en évidence par les travaux de la route. Le même phénomène, quoiqu'à une échelle un peu plus grande, se voit 50 m. plus vers le N., à la base du petit escarpement que montre la carte. Les couches qui se trouvent immédiatement sous le Purbeckien sont renversées jusqu'à N 30° E, 50° E, mais à une trentaine de mètres vers l'E. les mêmes couches se retrouvent N 45° E, 40° W.

Au N. de la bande qui est occupée par l'Infravalanginien, par contre, la position est horizontale en moyenne, sans beaucoup de variations.

Les rares affleurements au NNE. des Lattes ne permettent pas de préciser exactement les contours de l'Infravalanginien, de sorte que sa représentation dans la coupe 8 est peu précise. Au NE. des Lattes le Portlandien du plateau présente des ondulations compliquées, mais de faible amplitude, difficiles à suivre exactement. Vers le NE. elles deviennent un peu plus régulières et les bons affleurements des calcaires suboolithiques du Bononien supérieur permettent de les figurer assez exactement dans la coupe 10.

Insistons sur ce que la coupe le long de la route de Lézat que donne M. Bertrand (1863) n'est pas tout à fait exacte : entre Lézat et le ruisseau de Morbier il y a deux dépressions dans l'axe du synclinal au lieu d'une.

Considérons un moment la coupe que ce même auteur donne dans son compte de l'excursion du 26 août 1885. En discutant l'arête verticale au SE. de Morbier il écrit (p. 126 de ses œuvres géologiques) : « Sur la rive droite, on voit les têtes de ces couches verticales se poursuivre jusqu'au village de Morbier, et en s'engageant sur la route, c'est-à-dire à l'aplomb des couches verticales, on se trouve sur le Portlandien horizontal. Par un phénomène fréquent dans les hautes chaînes du Jura, les couches verticales se renversent avant de prendre leur position horizontale, donnant naissance à un V couché qui, dans le cas actuel, est masqué par les éboulis, mais dont quelques bancs étirés et brusquement relevés indiquent cependant l'amorce, et qui peut seul expliquer la position donnée ».

En réalité les calcaires verticaux appartiennent à la lèvre orientale du décrochement de Morez, tandis que le Portlandien horizontal appartient à la lèvre occidentale. Comme deux pages plus bas BERTRAND a reconnu le décrochement, il est d'autant plus étonnant qu'il n'ait pas observé que ce décrochement explique la disposition en question.

Nous avons cherché en vain le tracé du décrochement au N. des affleurements d'Infravalanginien au NW. de Morbier, même aidé par de bons affleurements des suboolithes portlandiennes on ne peut le retrouver. Comme nous ne croyons pas possible qu'il se soit déjà effacé, nous avons cependant marqué son tracé probable. D'ailleurs on ne peut pas s'étonner de ce fait, car un décrochement est très difficile à suivre dans un terrain occupé par un seul étage avec faibles ondulations.

Résumé tectonique

Après avoir, d'une façon aussi succincte que possible, analysé notre carte et nos profils, en y ajoutant des explications supplémentaires, nous allons nous efforcer de résumer en une synthèse générale les résultats acquis.

Premièrement, nous nous rendrons compte des résultats obtenus par d'anciens observateurs de notre région. Puis nous comparerons ces résultats généraux avec ceux qui ont été obtenus par quelques autres géologues.

Historique. — Parmi les observateurs plus anciens, SAUTIER s'est occupé exclusivement de la stratigraphie. L'abbé BOURGEAT et Marcel BERTRAND y ont ajouté quelques observations tectoniques. Ces deux derniers ont bien observé le décrochement de Morez, néanmoins sans conclure à l'existence d'un déplacement horizontal suivant un plan de fracture net. La position des synclinaux et anticlinaux est indiquée, il est vrai, dans ses grands traits sur la carte de BOURGEAT, mais les limites des étages sont inexactes.

Nous devons à STUDER, SAUTIER, OGÉRIEN, JACCARD, BERTRAND, CLERQ, MAISON, BOURGEAT et CHAMBARD quelques profils de la région étudiée; mais ils n'ont qu'une valeur illustrative, et n'en représentent la structure que très simplifiée. D'autres profils beaucoup plus précis se trouvent dans les ouvrages de HEIM (d'après SCHARDT), et de PANNEKOEK.

La publication de la carte de SCHARDT en 1899 marque un grand progrès; SCHARDT discutant théoriquement la structure de la région conclut au plissement et à l'érosion simultanés.

En 1902, 1909 et 1914, RICHE apporte quelques rectifications à

la carte de Bourgeat, s'accordant en principe avec les observations de Schardt.

En 1915 et 1919, Albert Heim donne un aperçu des décrochements transversaux, suivi d'une synthèse, dans laquelle il considère les décrochements comme une conséquence de la flexion des chaînes du Jura.

En 1919 paraît la thèse de Sprecher, dont les conclusions sont à peu près diamétralement contraires à celles de Heim. Une année plus tard Schardt nie l'existence de vrais décrochements dans le Jura. Les résultats de la thèse de Lagotala (1920), par contre, sont d'accord avec la théorie de Heim. Un an après Tutein Nolthenius démontre que la carte de Sprecher, en ce qui concerne la partie du Sud, est bien inexacte, mais que ce géologue était plus près de la vérité que Heim. Les deux auteurs en arrivent à cette conclusion que la chaîne interne du Jura près de Vallorbe n'a pas été notablement déplacée, tandis que Heim indiquait un rejet de 10 km.

En 1928, Schwinner explique les décrochements comme conséquence de la compression : on peut comparer les décrochements à ce que Leith dénomme en petit « *fracture cleavage* ».

En 1929, notre confrère Pannekoek a étudié en détail les environs immédiats de la Cure jusqu'à la Chaille; nous avons largement profité de ses levés. Il attirait l'attention sur le fait que, le déplacement du décrochement de Saint-Cergue étant opposé à celui du décrochement de Morez, le déplacement devait être nul au point d'intersection des deux accidents. De cette façon une zone neutre traverserait pour ainsi dire en écharpe la région du SW. au NE.

Nos résultats. — En comparant notre carte aux précédentes, on peut voir que la structure de la région étudiée est plus compliquée que ces dernières ne le font supposer. Nos profils accentuent encore cette complication; nous avons de plus observé quelques décrochements transversaux nouveaux.

On s'attendrait peut-être à nous voir suivre l'exemple illustre de Heim en calculant la prolongation résultante des divers décrochements. Comme Heim, nous pourrions nous baser sur le

rejet maximal observé et ainsi en arriver à cette conclusion que A 8, — qui n'est déplacé que par F 11 — a été prolongé de cos. 65°×350 m.=148 m.

Comme nous verrons tout à l'heure que le décrochement de Morez a été déjà formé pendant l'une des premières phases du plissement, ce chiffre n'a pas beaucoup de valeur. Même si l'axe de A 8 se prolongeait primitivement en ligne droite dans les deux lèvres, rien nous force à supposer que la largeur développée resterait la même pendant le plissement, tandis qu'il n'est pas du tout nécessaire que l'agrandissement ou la diminution de la largeur soit symétrique à l'axe. Ainsi il est bien possible que l'axe se soit rapidement déplacé dans la lèvre orientale, conquérant l'anticlinal une zone qui se trouvait d'abord au NW. Si en même temps l'agrandissement dans la lèvre occidentale avait lieu symétriquement (sans qu'il soit nécessaire d'admettre que la connexion dans le flanc du Sud soit rompue), l'axe de la lèvre orientale pourrait donc s'avancer vers le Nord. Mais cet axe avancé serait bien l'équivalent de l'axe primitif au point de vue morphologique, mais non pas matériellement. La distance entre les points d'intersection des axes actuels avec le plan de décrochement ne donne donc pas nécessairement une juste idée du rejet, ni de la prolongation résultante (voir fig. 2).

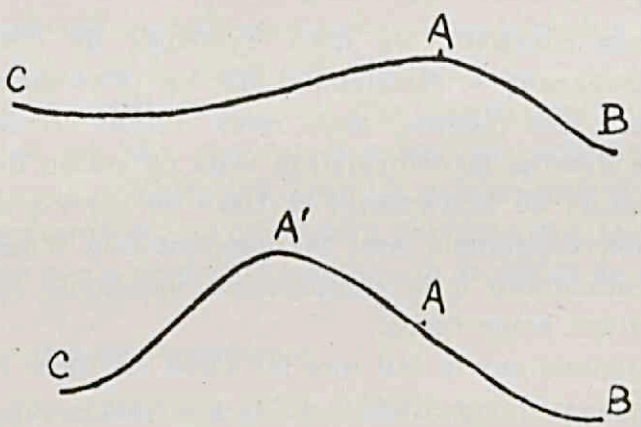


Fig. 2

Nous croyons pouvoir tirer de l'analyse de notre région les *conclusions* suivantes :

1° *Cause des décrochements.*

La théorie la plus connue sur la cause des décrochements est celle de Heim. D'après ce savant les décrochements se sont formés par conséquence de prolongation. Il entend cette prolongation dans la direction comme la conséquence d'une flexion des chaînes pendant le plissement et l'avancement.

Sprecher en arrive à une conclusion inverse et énumère divers phénomènes qui démontrent justement une pression dans la direction longitudinale des chaînes. Il suppose que le plissement pousse le Jura entier dans un espace cunéiforme compris entre le Massif central et les Vosges. Il fait remarquer à juste titre que le fléchissement (retroussement) des chaînes annihile souvent la prolongation causée par les décrochements. La chaîne du Vuache, par exemple, est parallèle au premier décrochement, de sorte qu'il n'y a pas lieu de parler d'un retroussement, comme le fait Heim.

Nous objecterons à l'opinion de Sprecher qu'il est nécessaire pour sa théorie de supposer que les chaînes se détachaient de leurs extrémités originaires et qu'elles se glissaient pour ainsi dire indépendamment des côtés du « coin » vers le NW. Dans cette hypothèse, le Jura entier serait donc limité par deux décrochements qui devraient converger vers le N. Nous ne connaissons rien de tel.

Schwinner construit les deux systèmes de décrochements comme « *Scherung* », étroitement liés au plissement. Cette explication est très logique, mais nous ferons remarquer que Schwinner dessine la déformation sans réduction de surface.

Les opinions de Schwinner et Heim se correspondent assez bien: les décrochements sont la manifestation d'une prolongation perpendiculaire à la compression maximale et tous deux résultent d'une seule force.

Nous insistons sur le fait que les idées de Heim et Sprecher ne sont pas aussi inconciliables qu'on pourrait le supposer à première vue. Car, dans une poutre courbée, nous trouvons aussi des phénomènes de prolongation du côté convexe et de raccourcissement du côté concave.

En ce qui concerne la prédominance des décrochements à direction N.-S., tandis que les décrochements à direction E.-W. atteignent le même résultat, nous nous référons à l'explication de SCHWINNER: le couple de forces qui a plissé le Jura, avait un moment de rotation (*Drehmoment*) contraire à celui des aiguilles d'une horloge. Il est difficile de fixer la cause de ce sens de rotation ; les résistances inégales en sont peut-être la raison. SPRECHER, niant la responsabilité de résistances inégales, dit qu'il est plus vraisemblable que la poussée plissante augmente vers l'E. Il explique cela en supposant une charnière fixe près du Massif central. Mais cela veut dire une résistance !

Nous pouvons bien admettre la conclusion de SPRECHER que la force était plutôt dans le sens S-N. environ ; elle n'était donc pas dans le sens perpendiculaire à l'allongement des chaînes.

Son argumentation est pourtant très faible et en contradiction avec sa propre explication de la compression, car: 1° la chaîne interne du Jura n'a pas été poussée dans le « coin », mais elle est restée en avant, comme le montre la carte géologique ; cette chaîne montrerait précisément selon SPRECHER les plus forts phénomènes de compression longitudinale; 2° il dit aussi que la force dans le sens S-N. ne pouvait pas devenir active dans les chaînes du Jura méridional, parce qu'elle y est parallèle. En effet, il n'y a aucune raison pour laquelle un plissement transversal résulterait exclusivement du « *Stauchdruck* » de SPRECHER et non à cause de la force qui nous occupe.

En résumé, nous admettons avec SCHWINNER que les décrochements et les plis peuvent être compris ensemble dans une seule figure de déformation, tous les deux résultant d'une même force. Nous croyons qu'il ne faut pas entendre la prolongation comme une conséquence de traction, mais plutôt de compression.

2° *L'âge des décrochements.*

En nous rendant compte de l'existence d'une zone neutre à travers notre région (voir plus loin), nous tâcherons de déterminer l'âge relatif des décrochements. En comparant les deux lèvres du décrochement dans S 6, dans les coupes 8 et 9 surtout,

on constate d'une façon évidente que le plissement de ces synclinaux des deux côtés du plan de fracture s'est accompli en majeure partie alors que le rapport entre les deux lèvres était déjà rompu.

Supposons que les deux lèvres soient développées : nous verrons non seulement que la compression horizontale est beaucoup plus forte dans l'E., mais encore que la largeur développée est plus grande. Insistons sur le premier fait, qui explique le déplacement relatif vers le S. de l'axe de A 6.

La comparaison de S 7 et de A 7 amène d'une manière aussi convaincante à la même conclusion concernant l'âge.

Nous voyons donc que la compression horizontale entre Gouland et le Fort des Rousses est beaucoup plus grande que celle qui existe entre le Turu et les Moulins Grenier. Le déplacement apparent vers le N. que présente la lèvre orientale près de Gouland, semble à première vue en désaccord avec ce résultat. Pourtant il n'est que la conséquence logique du fait que la largeur développée est beaucoup plus grande, elle aussi, dans la lèvre orientale du décrochement que du côté occidental.

Plus au N. les rôles sont intervertis : la compression horizontale et la largeur développée sont plus grandes entre les Rivières et le Béchet qu'entre Gouland et Morez. Par conséquent le flanc septentrional de l'anticlinal de Morez a été déplacé de 450 m. environ vers le N.

Nous considérons ce renversement même des rôles comme une preuve de la naissance des décrochements lorsque les plis venaient de se former.

Du fait que les synclinaux et anticlinaux se laissent paralléliser — bien qu'avec peine — des deux côtés des décrochements, nous inférons qu'ils s'étaient déjà formés lorsque le décrochement prit naissance ; mais à cause de grandes différences de forme il nous faut conclure que la plus grande partie du plissement s'est faite après la naissance du décrochement.

Pour des raisons analogues nous estimons que F 19 a dû se former dans la première phase du plissement. Il est possible que le synclinal secondaire sur la pente orientale du Risoux ne se soit formé qu'après le décrochement.

Remarquons qu'il ne va pas du tout sans dire que tous les décrochements du Jura aient le même âge. Il est très vraisemblable qu'un décrochement ne traverse pas d'un seul coup plusieurs chaînes (ainsi qu'une cassure dans la glace), mais qu'il se propage lentement à partir d'un point de départ. Le décrochement de Morez serait par exemple né dans la région de S 5 ou de S 7 (lorsque ceux-ci n'étaient que de faibles dépressions) et se serait ensuite prolongé vers le NW. et le SE. pendant que le plissement se poursuivait.

Cette propagation doit s'être produite bien plus rapidement vers le N. puisque les différences de compression horizontale des deux côtés du plan de fracture y sont les plus grandes. Dans A 5, par contre, la différence entre les parties des deux côtés du décrochement semble être minime. Les coupes 4, 6 et 8 montrent la même disposition de S 5; l'anticlinal secondaire dans la coupe 7 est un phénomène local, qui s'est probablement formé sous l'influence du décrochement, mais dans la dernière phase du plissement et sans effectuer une grande compression.

La différence de plongement du flanc occidental de A 4 des deux côtés de F 11, peut résulter de la fracture, à la fin du plissement.

En considérant d'une façon analogue les autres fractures transversales de notre région, nous en venons à penser que ces cassures peuvent être un peu plus jeunes que celle de Morez.

Nos conclusions sont ainsi conformes à celles de Sprecher pour le décrochement de Vallorbe, mais elles sont en contradiction avec l'opinion de Heim, qui suppose que toutes les fractures ne se seraient formées que pendant le dernier tiers du plissement.

Schwinner donne lui aussi son opinion sur la question d'âge. De chiffres quelque peu hypothétiques il conclut que les fractures seules causent déjà une compression horizontale de 11 % sur la largeur originaire. D'après lui ce chiffre amène à l'opinion de Heim, c'est-à-dire que les fractures ne se sont formées que pendant le dernier tiers du plissement, car de même que Heim, il suppose que les fractures et le plissement se sont arrêtés

à la fois et il fixe la compression horizontale complète à 33 %. Cela n'est pourtant pas exact; il ne base ses conclusions que sur des coupes transversales. De cette façon il n'a pas tenu compte de l'influence des fractures; on ne peut donc rien inférer de cette valeur de la compression en ce qui concerne les fractures.

Cependant comme SCHWINNER parle expressément du « *Gesamtzusammenschub* », nous sommes obligés d'admettre qu'il tient compte de l'effet des fractures. Mais dans ce cas il s'est trompé. Car si le plissement a produit les deux tiers de la compression totale et qu'il a cessé en même temps que les décrochements (comme SCHWINNER et HEIM le supposent avec raison), les fractures devraient déjà s'être formées après le tiers de la compression et non pas après les deux tiers, suivant les calculs de SCHWINNER.

Quand nous parlons de la relation du moment de la naissance des décrochements avec le degré de la progression du plissement, nous appelons l'attention sur le fait que nous visons alors le degré de la compression et non pas le temps écoulé depuis le commencement du plissement.

3° *Rapports entre la tectonique et l'érosion.*

De nos conclusions sur l'âge du décrochement il résulte que nous n'attribuons à l'érosion aucune influence sur la formation de celui-ci ou sur la différence de plissement des deux côtés ; c'est pourtant ce que SCHARDT a fait. Pour ce qui est de la « poussée au vide » entre Prémanon et les Rousses, SCHARDT en vient à cette conclusion aussi par le fait qu'il prend le Crétacé de S 6 comme appartenant entièrement à S 5 et qu'il ne reconnaît pas le Jurassique de S 6 comme formant un synclinal distinct. Il se figure qu'il était possible au synclinal crétacé à l'W. des Rousses de s'avancer vers le N., parce que l'érosion avait alors déjà formé le creux des Rivières.

SCHARDT a été frappé, lui aussi, par les grandes différences de structure des deux lèvres des accidents transversaux. Il conclut :

« Il n'est, par exemple, guère probable, que la déviation du synclinal des Rousses-Prémanon, au point d'intersection avec la cluse de Morez, ait précédé l'excavation de celle-ci; ni que la

différence entre la forme du pli des Charrières (=A 6 et A 7) et du pli du Risoux ait préexisté au commencement de l'érosion de la cluse qui les sépare. La déviation du synclinal des Rousses-Prémanon résulte manifestement d'une *poussée au vide,* ayant agi ici en sens inverse à celle qui a fait chevaucher le flanc du Risoux sur le synclinal des Rousses et Bois d'Amont. Cette coïncidence prouve avec évidence que l'érosion a été simultanée au développement des plis » (1899).

« En réalité ce ne sont pas de vrais décrochements, atteignant toute la hauteur des plis à partir de leur base. Il n'y a que *plissement inégal* de la partie supérieure de la chaîne de chaque côté d'une coupure verticale de longueur déterminée, ne traversant *jamais la chaîne entière.* Cela n'est possible que si, *avant le plissement,* il y a eu sur ce parcours une *entaille,* car on ne peut guère se figurer que ce rôle a pu être joué par une simple fissure permettant aux plis de part et d'autre de se développer différemment » (1920).

Pour expliquer cette entaille, Schardt admet dans chaque accident transversal une rivière antécédente.

Les différences entre deux coupes des deux côtés d'un même accident devraient par conséquent être limitées au parties situées au-dessus du niveau de la rivière à l'époque du plissement, ce qui n'est pas le cas. En outre, le tracé du décrochement et la cluse ne sont pas si intimement liés.

Heim dit que le décrochement est marqué par une entaille nette, mais il indique sur sa carte (pl. XX) la coupure de la Bienne plus loin à l'W. de la ligne de fracture, conformément à la réalité. Le cours de cette rivière est en effet peu dépendant de la tectonique. Les cluses que la rivière forme à l'W. du Sagy ne présentent pas de failles.

4° *Zone neutre.*

Nous dénommons « zone neutre » la bande de terrain qui n'a pas été interrompue par les décrochements. Nous espérions que l'étude de cette zone nous permettrait de tirer une conclusion sur la cause des décrochements. Si la théorie de Heim est juste, nous devrions trouver des phénomènes de prolongation, tandis que des phénomènes de compression donneraient raison à Sprecher.

Hélas, la bande en question entre les axes de S 4 et A 4 ne nous offre que peu de bons affleurements, de sorte que nous n'avons pas de preuves permettant de justifier l'une ou l'autre hypothèse. Nous ne croyons pas que les flexions de A 4 (qui n'a presque pas été interrompu par les décrochements) soient une preuve pour une compression longitudinale, car nous ne savons pas si cet anticlinal ne s'est pas déjà formé « *statu nascendi* » avec des flexions.

Contrairement à notre attente, nous avons observé une seconde bande neutre recoupant notre région, à savoir dans le flanc SE. de A 6. C'est la conséquence naturelle d'une forte compression dans S 6 au NE. du décrochement. Cette bande ne nous a pas non plus permis de résoudre la question de prolongation.

5° *Conclusions sur la tectonique, résultant de l'observation des détails secondaires.*

Etant donnés les beaux résultats obtenus par Leith, Cloos et leurs élèves qui se sont rendus compte de l'importance des phénomènes de détail, pour la résolution de problèmes tectoniques, nous aussi nous les avons étudiés attentivement, mais les résultats de nos recherches n'ont pas répondu à notre attente. Nulle part dans la région étudiée le *clivage* n'est assez régulièrement développé pour en tirer des conclusions indubitables. Cela ne nous paraît possible que si des couches rigides (calcaires ou quartzites, etc.) alternent avec des marnes ou des schistes plastiques.

Les *cannelures* aussi nous ont fait défaut. Il est vrai qu'elles sont bien développées. Mais aussi bien sur les plans de couches que sur les plans de fractures on trouve souvent deux systèmes (ou plus) de stries, qui se recoupent sous des angles différents. Même pour construire le sens du mouvement résultant, nous aurions dû avoir non seulement la certitude, que nous avions observé tous les systèmes développés, mais encore pouvoir fixer la valeur du rejet de chaque système.

Des *fractures*, ne produisant qu'un rejet minime, se montrent en grande quantité à 650-750 m. au SW. du Sagy. Souvent elles sont plus évidentes que les plans de couche; leur direction est de N 30-90° W., leur plongement varie de 40° N, perpendiculaire-

65° SW. En rapport avec le déplacement que A 6 a subi à l'E. du décrochement, on peut les interpréter comme les « *Fiederspalten* » de CLOOS.

6° *Les plans de fracture et le sens du mouvement.*

Bien que nous écrivions souvent « *le* plan de fracture », etc., nous ne sommes guère convaincus qu'il ne s'agit pas souvent de plusieurs écailles, se relayant successivement. De même que SPRECHER, nous n'avons nulle part observé le plan du grand décrochement, à plus forte raison nous n'avons point constaté un relayement. Nous estimons pourtant avec CLOOS que ce phénomène n'est pas rare, bien qu'il ne se laisse observer que rarement.

Comme nous avons montré qu'il y avait plissement inégal des deux lèvres du décrochement, on ne s'étonnera pas en apprenant que le sens du rejet n'était pas exactement horizontal. Cependant la plupart des différences d'altitude tectonique des lèvres sont dues aux plongements des axes.

Remarquons que les parties synclinales avec la compression maximale se trouvent souvent plus bas que les parties à plissement moins intense (S 6 et S 8), tandis qu'on pourrait s'attendre au contraire.

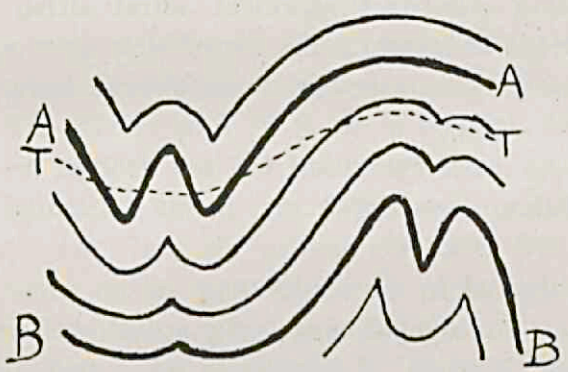


Fig 3. — Plissement parallèle
T-T : topographie actuelle

En effet, il serait logique de penser qu'une compression plus forte donne naissance à un soulèvement également plus fort. Peut-on inférer des circonstances données que nous ayons affaire au « *parallel fold* » de VAN HISE ?

Ce « *plissement parallèle* » idéal est caractérisé par la distance égale entre les plans de couche dans les flancs et dans les axes des plis. En sortant d'une couche (A-A dans la figure) à forte compression dans les synclinaux, on voit qu'en construisant les autres couches sans aucun amincissement sur les flancs, la compression dans les synclinaux doit diminuer vers le bas. Comme il est peu vraisemblable que la couche A soit plus comprimée qu'une couche B, on peut se figurer que la compression de cette couche-là atteint son maximum dans le noyau des anticlinaux.

Appendice

PALEONTOLOGIE

Nous n'avons pas trouvé beaucoup de fossiles qui méritent une description spéciale. Les *Ammonites* donneraient lieu à quelques remarques, mais nous estimons que des observations basées sur un ou deux individus n'ont pas beaucoup de valeur, surtout comme c'est le cas lorsque ces exemplaires ne sont pas complets.

Aussi nous nous bornerons à décrire quelques *Nerineidae*.

NERINEA RUTTENI, NOV. SP.

(Planche I, fig. 4 et 5)

Longueur probable du plus grand individu	5,7 cm.
Diamètre du plus grand individu	1 cm.
Angle spiral	8°-9°

Coquille de petite taille, faiblement trapue, presque régulièrement conique, non ombiliquée. Chez quelques exemplaires l'angle spiral est plus ouvert au commencement: jusqu'à 15°. La hauteur des tours atteint 50 à 70 % de la largeur. Les tours sont plans, limités en arrière par un bourrelet lisse, peu saillant, et ornés par un bourrelet spiral très faiblement noduleux, qui est situé légèrement en avant du milieu du tour. Nos exemplaires étant un peu usés, on ne peut observer ni la suture, ni l'existence d'une ornementation plus fine. Cependant une empreinte, que nous attribuons sous réserve à *N. Rutteni*, montre encore une rangée de perles peu saillantes entre les bourrelets. L'ouverture est inconnue.

La section axiale est très caractéristique et ses caractères semblent fort constants. Il existe deux plis columellaires égaux, étroits, un pli pariétal faiblement recourbé vers l'extérieur et un pli labial épais, situé au tiers antérieur du tour. Tous ces plis sont très saillants.

Rapports et différences. — Par tous ses caractères notre es-

pèce se rapproche de *N. minima*, J. Favre (1), dont elle se distingue cependant par son angle spiral plus aigu et par ce que la paroi de la coquille est beaucoup plus épaisse en avant du pli labial, qu'en arrière. En outre notre espèce a les plis columellaires souvent dirigés un peu en arrière, et le bourrelet médian ne se compose pas de perles distinctes, comme c'est le cas chez *N. minima*.

N. subelegans, Et. (2) se distingue de notre espèce par l'absence du deuxième pli columellaire et par le bourrelet antérieur plus tuberculeux.

Gisement. — Kimeridgien à 700 m. N 60° W. du Fort du Risoux.

Nombre d'exemplaires : 35, dont 28 n'ont pas été dégagés de la roche ; ils présentent de bonnes sections axiales.

NERINEA THIOLLIEREI, Dumortier et Fontannes

Fig. 4; pl. I, fig. 3)

1876. *Nerinea Thiollierei*, Dumortier et Fontannes, Desc. de la zone à *A. tenuilobatus* de Crussol, p. 139; Pl. XIX, f. 4.

1898. *Nerinea Thiollierei*, Dum. et Font., Cossmann, Nérin. jurass., p. 44; Pl. V, f. 4-6.

Longueur probable	20 cm.
Diamètre	2,7 cm.
Angle spiral	7°

Nous avons figuré un bel exemplaire de *N. Thiollierei*, parce qu'il est intermédiaire entre le type de Dumortier et Fontannes et ceux qui ont été figurés par Cossmann. En effet, notre exemplaire ne se distingue du type de cet auteur que par la présence d'un quatrième cordon, composé d'une quinzaine de tubercules, se trouvant immédiatement derrière le bourrelet antérieur.

Le type de Dumortier et Fontannes se distingue par la présence d'une cinquième rangée de perles, en outre les tubercules des cordons jalonnant la suture, au nombre de 16-18, y sont plus distincts.

Fig. 4
Nerinea Thiollierei

(1) J. Favre. Mon pal. Salève, in Joukowsky et Favre, Pl. XXXII fig. 32-36, XXXIII fig. 126.

(2) Etallon 1862. Et. pal. dans le haut Jura, p. 87 (non figuré)

Gisement.– Portlandien inférieur entre Prémanon et La Halle.

NERINEA FAVRINA, PICTET et CAMP. var. *triplicata, nov. var.*
(Fig. 5)

1886. *Nerinea Favrina,* P. de Loriol, Desc. d. foss. de l'Oolithe corallienne du Mont Salève; p. 52 Pl. A fig. 4-5.

Longueur probable du plus grand individu....	16,4 cm.
Hauteur du dernier tour par rapport à sa largeur.	0,66-0,68 cm.
Angle spiral	10-11°
Angle sutural	107-110°

Nous possédons deux Nérinées, qui ne se distinguent du type de *N. Favrina* que par l'absence du deuxième pli de la columelle. Cela ne nous paraît pas suffisant pour établir une nouvelle espèce, surtout n'en connaissant que le moule interne. Notre variété est probablement beaucoup plus commune que la forme à quatre plis. Toutes les coupes axiales que possède le Musée d'Histoire naturelle de Genève se rapportent à notre variété, même celles qui ont été pratiquées sur des individus déterminés par PICTET lui-même. L'original de la figure de P. DE LORIOL doit être attribué également à la variété *triplicata;* le quatrième pli que figure cet auteur n'est point visible. Nos exemplaires sont caractérisés par la ténuité du pli pariétal. M. A. BERSIER eut l'obligeance de revoir les coupes axiales du Musée géologique de Lausanne. Seulement l'original de PICT. et CAMP montre le pli columellaire moyen, et il est loin d'être aussi net en réalité que la représentation de P. et C.

FIG. 5 - Nerinea Favrina

Insistons sur la grande ressemblance avec *N. guinchoensis,* CHOFFAT (1).

Gisement. — Infravalanginien des Rousses.

(1) CHOFFAT 1886. Esp nouv. ou peu connues p. 14, pl. III, fig. 15-16

PTYGMATIS c.f. PSEUDOBRUNTRUTANA, G. GEMMELLARO.

1866. *P. Nerinea pseudobruntrutana* G. Gemmellaro. Nerinee d. Ciaca d. Palermo.

Pour la synonymie complète, voir Dietrich, Fossilium Catalogus, I, 31 : Fam. *Nerineidae*.

La grande majorité de nos moules de *Ptygmatis* du Kimeridgien correspond à *P. pseudobruntrutana*, G. GEMM. Ils présentent les mêmes variations que celles, qui ont été décrites par J. FAVRE dans la monographie du Salève. Nous nous bornerons à signaler une particularité: la forme du pli antérieur du labre. Tandis qu'en général ce pli présente trois saillies aiguës, nos exemplaires (à une exception près) n'en montrent que deux; la saillie centrale étant remplacée par une faible excavation du pli, qui présente la forme d'un T, comme celui de *Ptygmatis* n. sp., pl. I, fig. 6.

Nombre d'exemplaires : 20.

PTYGMATIS *nov. sp.*

(Pl. I, fig. 6)

Nous figurons un *Ptygmatis* inconnu, provenant de l'Infravalanginien à l'E. des Rousses. Comme nous ne possédons que deux moules, nous n'en donnerons pas de description : tous les caractères se voient dans la figure.

Notre forme est assez voisine de *Phaneroptyxis cyathus*, PICT. et CAMP., qui présente plutôt les caractères de *Phaneroptyxis* et dont les plis postérieurs du labre et de la columelle présentent la forme d'un T; le pli pariétal y est plus épais.

Au musée de Genève se trouve un *Ptygmatis*, dont la forme des plis ressemble plus à celle de *P. cyathus*. Nous ne serions point étonnés, de trouver toutes les formes intermédiaires entre notre *Ptygmatis* et *Phaneroptyxis cyathus*. En effet la raison d'être de ce dernier genre nous semble loin d'être démontrée.

ENDIATRACHELUS ERATO, d'Orbigny

Pour la synonymie de l'espèce, voir Dietrich, Fossilium Catalogus, I, 31 : Fam. *Nerineidae*, p. 93.

Non N. Erato, G. Gemm. Fauna calc. Terebr. Janitor, II, p. 26; pl IV, fig. 18 et 19.

Nous possédons un fragment de Nérinée, qui doit être attribué à *Endiatrachelus Erato*, d'Orb. La section axiale est caractérisée par la grande distance entre le pli columellaire et le pli pariétal, atteignant la moitié de la hauteur du tour, et par l'épaisseur du pli du labre, qui occupe le quart de la hauteur du tour; il est situé avant du milieu du labre. Il ne se distingue du type, tel qu'il a été décrit par Cossmann, que par les tours, de 2 cm. de largeur, qui sont plans, au lieu d'être un peu concaves. Notre fragment est donc intermédiaire entre *E. Erato* et *E. Pellati*, Cossm. On ne peut reconnaître cette dernière espèce que par son ornementation.

Nous avons examiné les beaux individus de Sicile, figurés par Gemmellaro sous le nom de *Nerinea Erato*. Comme ils présentent de courtes costules obliques au-dessus de la suture, ils appartiennent bien à *E. Pellati*, Cossm., comme cet auteur l'avait déjà soupçonné. Ils se distinguent par leur pli labial moins épais et par leurs cordons spiraux, qui sont limités à la moitié antérieure du tour. Parfois la bande suturale est très nette.

Bibliographie

Nous ne mentionnons que les travaux principaux à propos de la Paléontologie, renvoyant au *Fossilium catalogus* pour ce qui concerne les *Nerineidae*.

1900-01. Baumberger, E. : Ueber Facies und Transgressionen der unteren Kreide. (*Wiss. Beilage z. Ber. d. Töchterschule in Basel.*)

1903. Baumberger, E. : Fauna der unt. Kreide im westschw. Jura. I^e Teil. Stratigr. Einleitung. (*Mém. d. l. Soc. pal. suisse, vol. XXX.*)

1909-10. Berthaut : Topologie. Etude du Terrain. (*Service géographique de l'Armée.* Paris.)

1883. Bertrand, M. : Le Jurassique sup. et ses niveaux coralliens entre Gray et Saint-Claude. (*Bull. Soc. Géol. France,* 3e *série,* t. XI.)

1885. Bertrand, M. : Compte rendu de l'excursion entre Morez et Saint-Claude. (*Bull. Soc. Géol. France,* 3e *série,* t. XIII.)

1927. Bertrand, M. : Œuvres géologiques, recueillies par Emm. de Margerie. Tome I. Paris.

1893. Bonarelli, G. : *Hecticoceras* nov. gen. *Ammonidarum.* (*Boll. d. l. soc. malacol. ital. tomo XVIII.* Pisa.)

1882-86. Bourgeat, l'Abbé : Note orographique sur la région du Jura comprise entre Genève et Poligny. (*Compte Rend. Acad. Sc. Paris, t. XCV et CII.*)

1885. Bourgeat, l'Abbé : Compte rendu de l'excursion de Champagnole à Saint-Laurent et à Morez. (*Bull. Soc. Géol. France,* 3e *série,* t. XIII.)

1885. Bourgeat, l'Abbé : Note sur le Néocomien du Haut-Jura français. (*Ann. Soc. Sc. de Bruxelles, t. IX.*)

1887. Bourgeat, l'Abbé : Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional. (*Thèse* de Paris.)

1892. Bourgeat, l'Abbé : Observations sommaires sur le Boulonnais et le Jura. (*Bull. Soc. Géol. France.* 3e *série,* t. XX.)

1894. Bourgeat, l'Abbé : Notice explicative jointe à la feuille de Saint-Claude (149) de la Carte géol. détaillée de la France. Paris.

1898. Bourgeat, l'Abbé : Sur quelques phénomènes de glissement dans le Jura. (*Bull. Soc. Géol. France,* 3e *série,* t. XXVI.)

1899. Bourgeat, l'Abbé : Quelques points nouveaux de géologie jurassienne (*Bullt. Soc. Géol. France,* 3e *série,* t. XXVII.)

1914. Chambard, C. : La montagne jurassienne. Lons-le-Saunier.

1886. Choffat, P. : Espèces nouvelles ou peu connues. Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Vol. I.

1888. Clerq, Ch. : Etudes de géologie militaire. Le Jura. Paris-Nancy.

1928. Cloos, H. : Bau und Bewegung der Gebirge, etc. (*Fortschr. d. Geologie und Palaeontologie. Bnd. VII, Hf.* 21. Berlin.)

1908. Collet, L.-W. : Les dépôts marins. (*Encyclopédie scientifique.* Paris.)

1855. Coquand, H. : Descr. de quelques esp. nouv. de coquilles fossiles, découvertes dans le Jura. (*Mém. Soc. d'émul. du Doubs. IIe série, 7e vol.*)

1898. Cossmann, M. : Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques. Gastropodes : *Nérinées.* (*Mém. Soc. Géol. Fr. (Pal.) t. VIII. N°* 19.)

1925. Dietrich, W.-O. : Gastropoda mesozoica : fam. *Nerineidae.* Fossilium catalogus. I : Animalia. pars 31. Berlin.

1876. Dumortier, E. et Fontannes, F. : Descr. des Amm. de la zone à *A. tenuilobatus* de Crussol. (*Mém. de l'Acad. de Lyon, t. V,* 21.)

1857. Etallon, A. : Esquisse d'une descr. géol. du Haut-Jura et en particulier des environs de Saint-Claude. (*Ann. d. Sc. phys. et nat., publ. par la Soc. Imp. d'Agriculture de Lyon.* 3e *série,* t. I).

1862. Etallon, A. : Etudes pal. sur le Haut-Jura. Monographie du Corallien. (*Mém. Soc. d'émul. du Doubs. IIIe série,* t. VI.)

1931. Falconnier, A. :Etude géol. du Col du Marchairuz. (*Thèse de Genève.*)

1927. Favre, J. et Richard, A. : Etude du Jurassique sup. de Pierre-Châtel et de la cluse de la Balme. (*Mém. d. l. Soc. pal. suisse, t. XLVI.* Genève.)

1866. Gemmellaro, G.-G. : Nerinee della Ciaca dei dintorni di Palermo, ricerche paleont. (*Giorn. Sci. nat. ed econ. publ. per cura del Consiglio di Perfez. annesso al A. Ist. Tecn. di Palermo. I.* 1.)

1869. Gemmellaro, G.-G. : Studii paleont. sulla fauna del Calcare a *Terebratula janitor* del N. di Sicilia. II. Molluschi Gastropodi. (*Giorn. Sci. nat. ed econ. di Palermo.*)

1872-82. Gemmellaro, G.-G. : Sopra alcune faune giurese e liassiche della Sicilia. Palermo.

1866. Giebel, C. : Repertorium zu Goldfuss, Petrefakten Deutschlands. Leipzig.

1826-33, 1841-44. Goldfuss, A. : Petrefacta Germaniae. Düsseldorf.

1889-93. Haas, H. : Kritische Beiträge zur Kenntnis der jurassischen Brachiopoden-fauna des Juragebirges. (*Mém. d. l. Soc. pal. suisse.* t. XVI, XVII, XVIII et XX. Genève.)

1923. Hatch, F.-H. and Rastall, R.-A. : The Petrology of the sedimentary rocks. London, 1913, Revised, 1923.

1915. Heim, Alb. : Die horizontalen Transversalverschiebungen im Juragebirge. (*Vierteljahrsschrift d. Naturf. Gesellsch. in Zürich. LXe Jahrg.*)

1919. Heim, Alb. : Geologie der Schweiz. Leipzig.

1896. van Hise, C.-R. : Deformation of rocks. (*Journ. of Geol.*, t. IV.)

1869. Jaccard, A. : Descr. géol. du Jura vaudois et neuchâtelois. *Mat. p. l. Carte géol. d. l. Suisse*, t. VI.)

1870. *Idem.* 1er supplément. *Idem*, t. VII.

1893. *Idem.* 2e supplément. *Idem*, t. VII.

1905. Jacob, Ch. : Etude sur les Ammonites et sur l'horizon stratigr. du gisement de Clansayes. (*Bull. Soc. Géol. France, 4e série*, t. V.)

1913. Jacob, Ch. et Fallot, P. : Etude sur les Rhynchonelles portlandiennes, néocomiennes et mésocrétacées du SE. de la France. (*Mém. d. l. Soc. pal. suisse*, t. XXXIX, Genève.)

1913. Joukowsky, E. et Favre, J. : Monographie géologique et paléontologique du Salève. (*Mém. Soc. Phys. et hist. nat. de Genève.* t. XXXVII.)

1907. Killian, W. : Lethaea geognostica : II. Das Mesozoicum ; 3. Kreide ; 1e abth. Unterkreide. Stuttgart.

1920. Lagotala, H. : Etude géol. de la région de la Dôle. (*Mat. p. l. Carte géol. de la Suisse. Nouv. série, XLVIe livr.*)

1924. Lambert, J. et Thiéry, P. : Essai de nomenclature raisonnée des Echinides, Chaumont.

1905. Lee, G.-W. : Contribution à l'étude stratigr. et pal. de la Chaîne de la Faucille. (*Mém. d. l. Soc. pal. suisse, t. XXXII, Genève.*)

1923. Leith, C.-K. : Structural Geology. London. (Revised Edition.)

1932. Lemoine, E. : Essai sur l'évolution du genre *Hecticoceras* dans le Callovien de la chaîne du Mont-du-Chat. (*Trav. du Lab. d. géol. d. l'Univ. de Lyon*, fasc. XIX, mem. 16.)

1915. v. Loczy jun., Ludw. : Monographie der Villanyer Callovien-Ammoniten. (*Geologica Hungarica, tome I, fasc.* 3-4. Budapest.)

1867. de Loriol, P. : Descr. des foss. de l'Oolithe corallienne, de l'étage valangien et de l'étage urgonien du Mont Salève. *In* : A. Favre : Rech. géol. dans les parties d. l. Savoie, du Piémont et d. l. Suisse voisines du Mont-Blanc. Vol. I, Genève.

1868. de Loriol, P. : Monographie des couches de l'étage Valangien des carrières d'Arzier. (Vaud.) (*Mat. p. l. Pal. suisse. VIe série.* Genève.)

1873. de Loriol, P. : Echinides d. l. période Crétacée. (*Mat. p. l. Pal. suisse. VIe série.* Genève.)

1877-79. de Loriol, P. : Monographie des Crinoïdes fossiles de la Suisse. (*Mém. d. l. Soc. pal. suisse. t. IV, V et VI,* Genève)

1902-03. de Loriol, P. : Etude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien sup. et moyen du Jura lédonien. (*Mém. d. l. Soc. Pal. suisse, t. XXIX et XXX,* Genève).

1884. Maillard, G. : Etude sur l'étage Purbeckien dans le Jura. (*Arch. Sc. phys. et nat.* 3e *pér. XI.* Genève, et Diss. de Zurich.)

1897. Maison, F. : Etude sur les tourbières du Doubs et du Jura et leur réglementation. Besançon.

1909. de Margerie, Emm.: La structure du Jura. (*Actes Soc. Helv. Sc. nat.* Lausanne, I.)

1922. de Margerie, Emm.: Le Jura. 1re partie: Bibliogr. sommaire. (*Mém. p. servir à l'explic. d. l. carte géol. dét. d. l. France.* Paris.)

1867. Moesch, C.: Geologische Beschr. des Aargauer Jura u. der nördlichen Gebiete des Kantons Zürich. (*Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. IVe Lief.* Bern.)

1874. Moesch, C.: Der sudliche Aargauer Jura u. seine Umgebungen. (*Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Xe Lief.* Bern.)

1874-75. Moesch, C.: Monographie der Pholadomyen. (*Mém. d. l. Soc. pal. suisse, t. I et II.* Genève.)

1871. Neumayr, M.: Die Cephal. Fauna der Ool. v. Balin. (*Abh. d. K. K. geol. Reichsanst.* Bd. V.)

1867. Ogérien : Histoire naturelle du Jura et des départements voisins. Paris.

1862. Oppel, A. : Uber jurassische Cephalopoden. (*Pal. Mitth. aus dem Mus. d. K. Bayer. Staates.* Stuttgart.)

1842-49. d'Orbigny, A. : Paléontologie française. Paris.

1930. Pannekoek, A. J. : Notice sur le prolongement occidental dans le Jura français du décrochement de St. Cergue (*Koninkl. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Proceedings, t. XXXIII,* n° 2.)

1895. Parona, C. F. et Bonarelli G.: Sur la faune du Callovien inf. etc. de Chanaz. (*Mém. de l'Acad. d. Savoie, 4e série, t. VI.*)

1861-64. Pictet, F. J. et Campiche, G.: Descr. des fossiles du terrain crétacé de Ste-Croix. (*Mat. p. l. Pal. suisse. IIIe série.* Genève.)

1872. Pictet, F. J. : Descr. etc. de Ste-Croix. (*Mat. p. l. Pal. suisse, VIe série.* Genève.)

1858. Quenstedt, F. A. : Der Jura. Tübingen.

1885-88. Quenstedt, F. A.: Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. Stuttgart.

1899. Renevier, E. et Schardt, H.: Notice explicative de la feuille XVI (2e Ed.) au 1:100.000. (*Eclogae geol. Helv.* VI.)

1898. de Riaz, A.: Descr. des Ammonites des couches à Peltoceras transversarium de Trept (Isère). Lyon.

1893. Riche, A.: Etude stratigraphique sur le Jurassique inf. du Jura méridional. (*Thèse de Paris,* Ann. Univ. Lyon.)

1902. Riche, A.: Revision de la feuille de St. Glaude au 80.000e. (*Bull. Serv. Carte géol. d. l. France, t. XII.*)

1910. Riche, A.: idem. (*idem.* t. XX.)

1914. Riche, A.: idem. (*idem.* t. XXIII.)

1888. Rollier, L.: Les facies du Malm dans le Jura. (*Eclogae geol. Helv.* t. I.)

1895. Rollier, L.: Défense des facies du Malm. (*Eclogae geol. Helv.* t. IV.)

1896. Rollier, L.: Coup d'œil sur les formes et les relations orograph. que déterminent les facies du Malm dans le Jura. (*Bull. Soc. neuchât. sc. nat.* t. XXIV.)

1917. Ronchadzé, J.: *Perisphinctes* de l'Argovien de Chézery et de la Faucille. (*Mém. d. l. Soc. pal. suisse,* t. XLII et *Thèse* de Genève.)

1929. Rutten, L.: Geologische Nomenclator. (*Geol.-Mijnbouwk. Genootsch. v. Nederl. en Kolonien.* 's Gravenhage.)

1787. de Saussure, H. B. : Voyage dans les Alpes. Tome II. Genève.

1855. Sautier, A. : Notice sur les dépôts néocomiens et wealdiens et sur les dolomies portlandiennes dans les hautes vallées du Jura aux environs des Rousses. (*Mém. Soc. d'émul. du Doubs. IIe série,* t. VII.)

1858. Sautier, A. : Note sur quelques lambeaux des étages Aptien et Albien que l'on rencontre dans le Haut-Jura aux environs des Rousses. (*Mém. Soc. d'émul. du Doubs. IIIe série.*)

1896. Schardt, H.: Nouveaux gisements de terrain cénomanien et de Gault dans la vallée de Joux. (*Eclogae geol. Helv.* t. IV.)
1898. Schardt, H.: Sur quelques accidents tectoniques du Jura. (*Bull. Soc. neuchât. sc. nat.* t. XXVI.)
1920. Schardt, H.: Les cours d'eau pliocéniques et les accidents transversaux de la chaîne du Jura. (*Eclogae geol. Helv.* t. XVI.)
1928. Schwinner, R. : Der Begriff « Scherung » in der Tektonik. (*Centr. Bl. f. Min. Geol. u. Pal.*)
1886-87. Seunes, J. : Note sur quelques Ammonites du Gault. (*Bull. Soc. Géol. France.* 3e *série,* t. XV.)
1898-99. v. Siemiradzki, J.: Monographische Beschr. der Ammonitengattung Perisphinctes. (*Palaeontographica. XLV*e *Bnd.* 4-6e *Lief.* Stuttgart.)
1931. Spath, L. F.: Revision of the Jurassic Cephalopod Fauna of Kachh (Cutch.) part IV. (*Mém. of the geol. surv. of India. New series, vol. IX. mem.* 2.)
1917. Sprecher, C. : Beitrag zur Kenntniss der Querstörung Mollens-Vallorbe-Pontarlier (*Diss. de Bern.*)
1851-53. Studer, B.: Geologie der Schweiz. II. Bern, Zürich.
1861-64. Thurmann, J. et Etallon, A.: Lethea Bruntrutana. (*Neue Denkschr. Allgem. Schweiz. Ges. f. d. Ges. Naturwiss.* t. XVIII. Zürich.)
1911. de Tsytovitch, Xenie: *Hecticoceras* du Callovien de Chézery. (*Mém. d. l. Soc. pal. suisse.* t. XXXVII. Genève.)
1921. Tutein Nolthenius, A. B.: Etude géologique des environs de Vallorbe (Canton de Vaud). (*Mat. p. l. Carte géol. d. l. Suisse. Nouv. série, XLVIII*e *livr.* et *Thèse* de Lausanne.)
1926. Twenhofel, W. H.: and calloborators: Treatise on sedimentation. London.
1830. v. Zieten, C. H.: Die Versteinerungen Württembergs. Stuttgart.
1893. Zirkel, F.: Lehrbuch der Petrographie. IIe Aufl. Ie Bnd. Leipzig.
1873. Zittel, K. A.: Die Gastropoden der Stramberger Schichten. Pal. Mitt. a. d. Mus. d. Bayr. Staates. 2. Cassel.

CARTES GEOLOGIQUES

1867. Ogérien: Carte géologique du département du Jura, dans Hist. nat. du Jura.
1894. Bourgeat, l'Abbé : Feuille St-Claude (N° 149, 1:80.000) de la carte géologique détaillée de la France.
1899. Renevier, E. et Schardt, H. : Feuille 16, 1 : 100.000, de la carte géologique de la Suisse.

J 8874

EXPLICATION DE LA CARTE

Nous croyons avoir augmenté la valeur de la carte en indiquant quelles sont les limites des étages qui n'ont pas été exactement observées; elles sont en majeure partie basées sur les observations tectoniques.

Afin de ne pas surcharger le dessin, nous n'avons marqué la position des couches que là, où ces signes n'embrouillent pas trop la lisibilité de la carte. Quant aux localités fossilifères, nous n'avons indiqué que celles qui présentent un certain intérêt. Nous n'avons pas non plus marqué les chemins de fer, les forêts et une partie des sentiers.

La topographie a été indiquée par les courbes équidistantes de 20 m.

Là, où le Glaciaire ne forme qu'une couverture mince sur une autre formation, nous avons indiqué cette dernière sous le pointillé du Glaciaire.

PLANCHE I

Fig. 1 : Calcite secondaire avec des enclaves rhomboëdriformes. Agrandissement 13 fois. Portlandien, chemin du Béchet.

Fig. 2 : La même coupe mince, agrandissement 115 fois.

Fig. 3 : Nerinea Thiollierei, Dum. et Font. × 0,9. Portlandien inférieur entre Prémanon et La Halle.

Fig. 4 : Nerinea Rutteni, nov. sp. × 1,25. Kimeridgien du Risoux.

Fig. 5 : Nerinea Rutteni, nov. sp. × 1,8. Coupe axiale. Même localité.

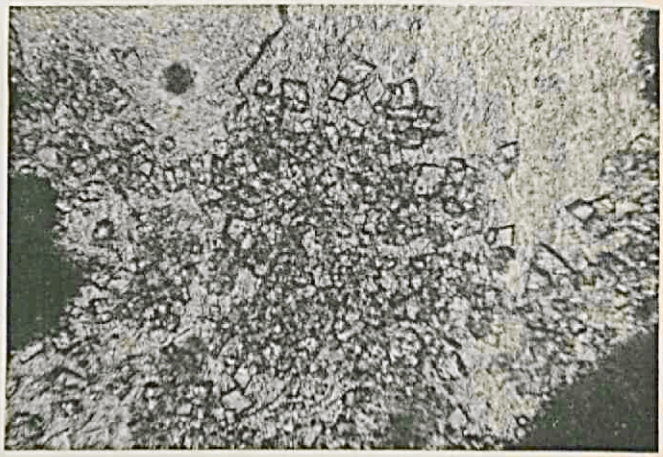
Fig. 6 : Ptygmatis, nov. sp. × 1,5. Coupe axiale. Infravalanginien des Rousses.

3

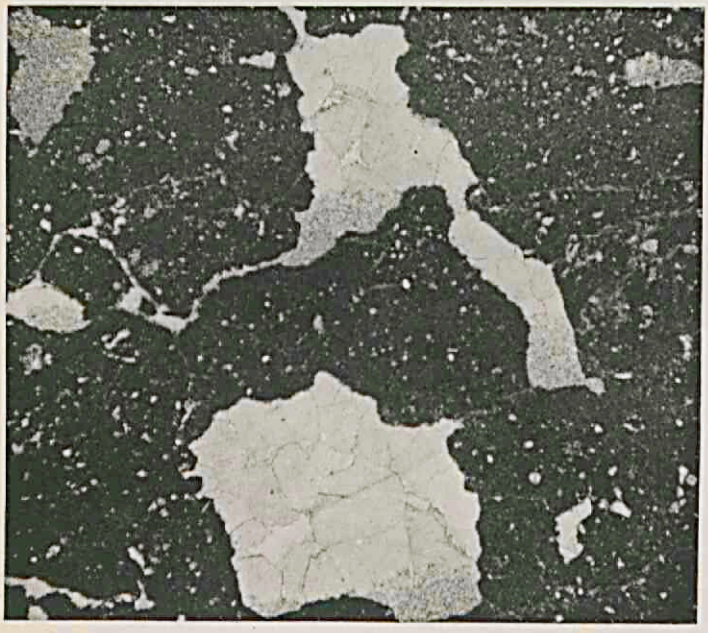
4

5

2



1



6

Impr. Mémin - Tortellier Arcueil (Seine)

TABLE DES MATIÈRES

Introduction IX

PREMIÈRE PARTIE : STRATIGRAPHIE

Généralités 1
Bajocien 5
Bathonien et Callovien 10
Résumé du Dogger 18
Oxfordien 20
Argovien 20
Séquanien 22
Kimeridgien 30
Portlandien 38
Résumé du Malm 54
Infravalanginien 55
Valanginien 63
Hauterivien 65
Barrémien 68
Aptien et Albien 70
Cénomanien 72
Résumé du Crétacé 72
Molasse 73
Gompholithe 73
Quaternaire 74

DEUXIÈME PARTIE : TECTONIQUE

Généralités 75
Remarques spéciales 75
Résumé tectonique 101
Appendice : Paléontologie 113
Bibliographie 119

BOSC Frères, M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

LYON

ERRATA PRINCIPAUX.

page.	alinéa.	lignes.	
5.	2.	1.	„du profil" doit être „de la coupe".
12.	3.	3.	ajouter „(Gare)" sous „plus de 8".
17.	4.	6-8	lire: „dent, les autres fossiles sont très rares. Surtout la base est riche en limonite, souvent en larges concentrations irrégulières en forme de racines".
22.	1.	8.	ajouter *„vrei"* avant „SIEM".
24.	3.	1.	„0m,5-0m,7" doit être „0m,05-0m,07".
27.	5.	9 et 13.	„oolithoides" doit être „pisolithoides".
30.	1.	2.	„de profils 1-4" doit être „des profils 2 et 3". „la partie orientale" doit être „le prolongement oriental".
37.	2.	3.	„maière" doit être „manière".
37.	4.	10.	ajouter „est" après *Cryptoplocus*.
38.	1.	3.	„9" doit être „9'".
39.	3.	13.	„est" doit être „soit".
44.	2.	8.	„fig. 4" doit être „fig. 2".
44.	2.	10.	„fig. 5" doit être „fig. 1".
44.	3.	7-8.	lire: „Par un réaccroissement suivant lés noyaux....."
62.	5.	5.	„beaucoup des" doit être „beaucoup de".
73.	1.	4.	„des fossiles" doit être „de fossiles".
73.	1.	6.	„ou" doit être „au".
83.	3.	9.	„soixante" doit être „soixantaine".
81.	3.	9.	„s'inclinant" doit être „s'inclinent".
86.	6.	2.	„dysharmonique" doit être „disharmonique".
93.	1.	4.	„dune" doit être „d'une".
94.	6.	12.	„poduirait" doit être „produirait".
95.	4.	1.	„banc" doit être „bancs".
98.	3.	3.	„extrarodinaire" doit être „extraordinaire".
112.	1.	9.	„couche-la" doit être „couche-ci".
115.			„Fig. 5. Nerinea Favrina", ajouter „P. et C. var. *triplicata*".
115.		7.	„0,66-0,68 cm." doit être „0,66-0,68".
116.	1.	1.	„1866. P. Nerinea etc." doit être „1866. Nerinea etc."
117.	4.		ajouter: „*Gisement:* Portlandien inférieur entre Morez et Valfin".

CARTE.

Le pointillé du glaciaire a été omis:

1°, sur le Barrémien de S 4 à l'E. du Fort des Rousses au S. du chiffre 1100.

2°, sur le Kimeridgien et sur le Portlandien à 600 m. au NE. du Pont de Morez.

Il faut excuser le fait que ce pointillé n'est pas partout fait de la même façon et qu'il interfère avec le pointillé bleu et vert de manière à former un dessin particulier.

PLANCHE DE COUPES.

Les lignes qui indiquent le changement de direction ont été par hasard quelquefois omises. Dans la coupe VII la bande noire qui indique le Purbeckien est au bout oriental devenue blanche.

ERRATA PRINCIPAUX.

page.	alinéa.	lignes.	
5.	2.	1.	„du profil" doit être „de la coupe".
12.	3.	3.	ajouter „(Gare)" sous „plus de 8".
17.	4.	6-8	lire: „dent, les autres fossiles sont très rares. Surtout la base est riche en limonite, souvent en larges concentrations irrégulières en forme de racines".
22.	1.	8.	ajouter „rei" avant „SIEM".
24.	3.	1.	„0m,5-0m,7" doit être „0m,05-0m,07".
27.	5,	9 et 13.	„oolithoides" doit être „pisolithoides".
30.	1.	2.	„de profils 1-4" doit être „des profils 2 et 3". „la partie orientale" doit être „le prolongement oriental".
37.	2.	3.	„maière" doit être „manière".
37.	4.	10.	ajouter „est" après *Cryptoplocus*.
38.	1.	3.	„9" doit être „9".
39.	3.	13.	„est" doit être „soit".
44.	2.	8.	„fig. 4" doit être „fig. 2".
44.	2.	10.	„fig. 5" doit être „fig. 1".
44.	3.	7-8.	lire: „Par un réaccroissement suivant les noyaux....."
62.	5.	5.	„beaucoup des" doit être „beaucoup de".
73.	1.	4.	„des fossiles" doit être „de fossiles".
73.	1.	6.	„ou" doit être „au".
83.	3.	9.	„soixante" doit être „soixantaine".
81.	3.	9.	„s'inclinant" doit être „s'incliner".
86.	6.	2.	„dysharmonique" doit être „disharmonique".
93.	1.	4.	„dune" doit être „d'une".
94.	6.	12.	„poduirait" doit être „produirait".
95.	4.	1.	„banc" doit être „bancs".
98.	3.	3.	„extrarodinaire" doit être „extraordinaire".
112.	1.	9.	„couche-la" doit être „couche-ci".
115.			„Fig. 5. Nerinea Favrina", ajouter „P. et C. var. triplicata".
115.		7.	„0,66-0,68 cm." doit être „0,66-0,68".
116.	1.	1.	„1866. P. Nerinea etc." doit être „1866. Nerinea etc."
117.	4.		ajouter: „Gisement: Portlandien inférieur entre Morez et Valfin".

CARTE.

Le pointillé du glaciaire a été omis:

1°. sur le Barrémien de S 4 à l'E. du Fort des Rousses au S. du chiffre 1100.

2°. sur le Kimeridgien et sur le Portlandien à 600 m. au NE. du Pont de Morez.

Il faut excuser le fait que ce pointillé n'est pas partout fait de la même façon et qu'il interfère avec le pointillé bleu et vert de manière à former un dessin particulier.

PLANCHE DE COUPES.

Les lignes qui indiquent le changement de direction ont été par hasard quelquefois omises. Dans la coupe VII la bande noire qui indique le Purbeckien est au bout oriental devenue blanche.

STELLINGEN

I.

Ten onrechte baseert HEIM zich bij het berekenen van de door transaalverschuivingen veroorzaakte verlenging van een plooi op de afstand der snijpunten van de tegenwoordige assen met het verschuivingsvlak.

HEIM Geol. der Schweiz.

II.

In tegenstelling met de meening van HEIM is de differentieele beweging langs transversale breukvlakken reeds in de eerste helft van de plooiing der Jura begonnen.

HEIM. Loc. cit.

III.

De opvatting van SCHARDT over de transversale storingen in het Jura-gebergte is onjuist.

Eclogae. 1920.

IV.

Ptygmatis SHARPE en *Phaneroptyxis* COSSM. worden ten onrechte als twee verschillende genera beschouwd.

V.

De door COSSMANN gemaakte onderscheiding van *Acrostylus* en *Nerinea* s.str. is niet voldoende gemotiveerd.

VI.

Het is niet waarschijnlijk, dat granieten zich gevormd hebben op de wijze door LUGEON geschetst.

M. LUGEON, Sur l'origine du granite.
(C.R.A.S. Paris 1930)

VII.

De bezwaren van SCHWINNER tegen de door CLOOS opgestelde indeeling van breuken zijn ongegrond.

STELLINGEN

I.

Ten onrechte beweert Heim zich bij het berekenen van de door transsalvercluivingen veroorzaakte verlenging van een plooi op de afstand der antipoden van de tegenwoordige assen met het verschuivingsvlak.

II.

In tegenstelling met de mening van Heim is de dilferentiele beweging langs transversale breukvlakken reeds in de eerste helft van de plooiing der Jura begonnen.

III.

De opvatting van SCHARDT over de transversale slingeren in het Jura-gebergte is onjuist.

IV.

Piggyanthis Stanni en Phacopidium Cossa. worden ten onrechte als twee verschillende genera beschouwd.

V.

De door COSSMANN gemaakte onderscheiding van Acrocythis en Nevinea acht. is niet voldoende gemotiveerd.

VI.

Het is niet waarschijnlijk, dat granieten zich gevormd hebben op de wijze door LUCIUS gesteld.

VII.

De bezwaren van SCHWINNER tegen de door CLOOS opgestelde indeeling van breuken zijn ongegrond.

VIII.

GAILLARD is er niet in geslaagd een bevredigende verklaring voor de bewegingen der aardkorst te geven.

CL. GAILLARD, La formation des continents etc. (Ac. des Sc. etc. de Lyon.)

IX.

LINDGRENS' classifcatie der delfstof-afzettingen voldoet niet aan de eischen, die aan een genetisch systeem gesteld moeten worden.

X.

Het is waarschijnlijk, dat de ijzerertsen van Zuid-Toscane uit sideriet-lenzen zijn ontstaan.

XI.

De rassen van Limnaea stagnalis L., welker voorkomen door PIAGET bestudeerd is, kunnen bezwaarlijk beschouwd worden als mutaties, welke onafhankelijk van het milieu ontstaan zijn.

XII.

De opbouw der wervellichamen, uitgaande van 4 paar boogstukken, heeft niet die groote phylogenetische beteekenis, die VON HUENE er aan toekent.

XIII.

Het is noodzakelijk, dat palaeontologen kennis nemen van de variabiliteit van recente soorten.

XIV.

Het is gewenscht, dat bij het candidaatsexamen in de Wis- en Natuurkunde den examinandus meer vrijheid gelaten wordt in de keuze van de onderwerpen voor de bijvakken.

COUPES GEOLOGIQUES À TRAVERS LA REGION DE MOREZ-LES ROUSSES

PAR Th. RAVEN

PROFIL STRATIGRAPHIQUE

CHANGEMENT DE DIRECTION DES COUPES

FAILLES ET DECROCHEMENTS.

Trav du Lab de Géologie de Lyon Fasc. XX Mém. 17.

CARTE GEOLOGIQUE
DE LA REGION DE
MOREZ – LES ROUSSES

DEPT. DU JURA

PAR Th. RAVEN

1928 – 1931.

1 : 20 000.

Contours géologiques exacts (à 10-30 m précis)
Contours géologiques approximatifs
Failles et décrochements, avec plongements.
Tracé approximatif des failles.
S.1 A.1 Synclinaux et anticlinaux
F.1 Failles numérotées
I Numéros et directions des coupes.
Couches horizontales.
Couches inclinées de 1 à 30°
Couches inclinées de 31 à 60°
Couches inclinées de 61 à 89°
Couches verticales.
Localités fossilifères.
Routes.
Chemins et sentiers.
Escarpements.

Quaternaire
- Eboulis et alluvions.
- Tourbe.
- Glaciaire (Sans matériaux alpins)

Tertiaire
- Gompholithe
- Molasse.

Crétacé
- Aptien - Albien.
- Barrémien supérieur.
- Barrémien inférieur.
- Hauterivien.
- Valanginien.
- Infravalanginien.

Jurassique
- Purbeckien affleurant
- Portlandien.
- Kimeridgien.
- Séquanien supérieur.
- Séquanien inférieur.
- Argovien.
- Bathonien et Callovien.
- Bajocien

0 200 400 600 800 1000 m.