STRATIGRAPHIE ET ÉPAISSEURS
DU VALANGINIEN DES CHAINES SUBALPINES
DANS LA CLUSE DE L'ISÈRE

par **Werner BRÜCKNER** (Bâle)

(Avec une planche hors-texte)

Le présent travail a été entrepris, sur les conseils de M. le Prof. GIGNOUX, pendant un séjour d'études à Grenoble durant l'été 1935.

On sait que dans les nappes helvétiques de la Suisse, *l'épaisseur du Valanginien* augmente d'abord très fortement, puis diminue finalement quand on va du Nord vers le Sud, c'est-à-dire de la région des faciès néritiques vers celle des faciès bathyaux (cf. M. GIGNOUX, 1936, 12*, p. 470, fig. 98). Nous nous sommes proposé ici de voir, par des mesures précises, si le même phénomène se retrouve dans les chaînes subalpines à l'W. de Grenoble.

Pour cela, nous allons comparer les profils du Valanginien dans chacune des *trois unités tectoniques* successives recoupées par la cluse de l'Isère (suivre sur la feuille Grenoble de la Carte géologique au 1/80.000°, et voir M. GIGNOUX et L. MORET, 1930, 13) :

* Les chiffres en caractères gras renvoient à la Bibliographie placée en fin d'article.

I. — Chaînon *jurassien* : à l'W. du pli-faille de Voreppe (Montagne de Ratz, Bec de l'Echaillon).

II. — Chaînon *subalpin externe* : entre les plis-failles de Voreppe et du Néron (Rochers de Chalves, Dent du Loup).

III. — Chaînon *subalpins internes* : à l'E. du pli-faille (chevauchement) du Néron (Néron, Moucherotte, Dent de Crolles).

Dans ces divers profils, les épaisseurs du Valanginien ont été évaluées soit par des mesures directes à l'altimètre et à la boussole, soit d'après des photographies. Les chiffres indiqués ne peuvent être, bien entendu, qu'approximatifs.

1° Description des profils étudiés.

I. — Chaînon jurassien.

A) *Versant S. de la cluse de l'Isère : Bec de l'Echaillon.*

(Planche, profil 1; cf. W. KILIAN et P. LORY, 1900, 16, fig. 2, 5.)

Au-dessus de la falaise calcaire, à la base de laquelle se trouvent les célèbres carrières de marbres de l'Echaillon, se succèdent de bas en haut :

1. — Les « *couches du Balcon* de l'Echaillon », constituées par des alternances de marnes, de calcaires marneux et de bancs calcaires; la partie supérieure, probablement surtout marneuse, ne m'a pas montré de bons affleurements. Puissance, environ 35 m.

2. — Le « *calcaire blanc à Chamacés* » : falaise de calcaires blancs, massifs, jaune-clair ou blancs en cassure, spathiques, avec des débris de coquilles. Puissance, environ 75 m. Dans les 5 m. supérieurs, on passe à des couches plus marneuses, en bancs minces, grumeleuses, avec quelques bancs calcaires. Cette partie supérieure se poursuit jusqu'à la Chapelle Saint-Ours.

3. — Le « *calcaire du Fontanil* » (s. l.), où nous distinguerons :

a) Une partie *inférieure* composée, à la base, de couches marneuses et passant au sommet à des calcaires spathiques, jaunâtres, bien stratifiés, terminés par une limite bien nette. Puissance, environ 40 m.;

b) Une partie *supérieure* : sa base, affleurant rarement, est formée de bancs calcaires bruns et vraisemblablement aussi de couches marneuses; son sommet comprend des bancs calcaires jaune-brunâtre bien stratifiés, terminés encore par une limite très nette; le banc terminal est grossièrement spathique et contient de nombreux débris de coquilles. Puissance, environ 25-30 m.

4. — Le « *calcaire roux à silex* »; c'est un calcaire brun, sableux, contenant à son sommet des nodules siliceux; il est surtout bien visible dans le ravin descendant vers le Petit Port, où il contient des Brachiopodes et des Huîtres. Puissance, environ 10-15 m.

Au-dessus vient, affleurant dans le même ravin, la mince « *couche glauconieuse* » de la base de l'*Hauterivien*, suivie par les puissantes « marnes hauteriviennes ».

Ainsi la puissance totale du Valanginien au Bec de l'Echailon est d'environ 180-200 m.

B) *Versant N. de la cluse de l'Isère : Montagne de Ratz.*

Les épaisseurs des assises ont été évaluées, près de la Tuilerie des Balmes de Voreppe, d'après une photographie.

Au-dessus de la falaise inférieure, constituée par les calcaires portlandiens, viennent successivement :

1. — Une zone ébouleuse et boisée : c'est dans sa partie inférieure que des restes de *Characées* ont été trouvés dans la carrière de pierre à chaux de La Buisse (cf. L. MORET, 1926, 18, et V. STASTNY, 1930, 20). Puissance, environ 45 m.

2. — Une paroi calcaire claire, formée par le « *marbre bâtard* », et d'environ 75 m. de hauteur.

3. — Le « *calcaire du Fontanil* » (s. l.), complexe dans lequel on peut aussi distinguer deux subdivisions comprenant chacune des couches marneuses surmontées de calcaires : une inférieure (environ 40 m.) et une supérieure (environ 30 m.).

4. — Le « *calcaire à silex* » ne forme pas, dans la Montagne de Ratz, de ressaut reconnaissable de loin ; aussi son épaisseur n'a pu être estimée.

On peut admettre qu'à la Montagne de Ratz, la puissance totale du Valanginien doit être d'environ 200 m.

II. — Chainon subalpin externe.

A) Versant S. de la cluse de l'Isère : Noyarey, la Buffe.

(Voir planche, profil 2.)

La partie inférieure du profil du Valanginien peut être étudiée à l'W. de Noyarey. Sur la rive S. du ruisseau de l'Erard, le long du vieux chemin d'Aizy¹, on voit, au-dessus d'une petite falaise calcaire appartenant au Portlandien :

1. — Un banc calcaire épais d'environ 1 m., noduleux, plein de débris d'Ammonites ; il est suivi par des alternances de marnes et de calcaires marneux contenant aussi d'assez fréquentes Ammonites : ce sont les « *marno-calcaires à ciment* » du *Berriasien*. Epaisseur, environ 20-30 m.

2. — Couches marneuses, partie inférieure des « *marnes valanginiennes* », ici presque totalement masquées sous les ébou-

¹ Les couches limites entre Jurassique et Crétacé à Aizy ont été soigneusement étudiées tout récemment par G. MAZENOT, qui en poursuit la révision des faunes d'Ammonites ; on trouvera un résumé des observations de MAZENOT dans L.-W. COLLET (1936, 9).

lis²; dans le haut s'intercalent des bancs calcaires formant ainsi les premiers abrupts au S.W. de Noyarey; puissance très approximative, 250 m. Les bancs calcaires disparaissent rapidement vers le haut.

3a. — Une zone marneuse², boisée, d'environ 130-140 m. de hauteur (partie supérieure des « marnes valanginiennes »); ensuite commence la falaise du *calcaire du Fontanil*, que j'ai étudiée sur l'arête N. de la Buffe, au-dessous de la Palette. Ici encore, ce calcaire du Fontanil comprend deux subdivisions: l'inférieure est puissante de 50-60 m.

3b. — La zone marneuse suivante et le complexe calcaire qui la surmonte atteignent 50-60 m. d'épaisseur, et le profil du Valanginien se termine avec

4. — Le *calcaire à silex*, qui a ici une puissance de 40-50 m.

Ainsi, dans ce profil, l'épaisseur totale du Valanginien atteint 550-600 m.

B) *Versant N. de la cluse de l'Isère : Le Fontanil,
Rochers de Chalves.*

Dans cette localité classique, l'étude des épaisseurs des couches valanginiennes est difficile, car, d'une part, la « côte » des calcaires du Fontanil est recoupée par deux grandes cassures dirigées N.-S. (à l'E. du Fontanil et au Pas de l'Ane), et, d'autre part, près du village du Fontanil, les calcaires ont glissé vers l'W. sur leur soubassement marneux. De plus, les calcaires portlandiens sont plus fortement inclinés vers l'E. que les calcaires du Fontanil, fait qui peut être dû aussi bien à une augmentation progressive, en direction E.-W., de l'épaisseur du

² Les couches marneuses de 2 et 3a affleurent dans le ravin qui descend de la Buffe vers le N.; mais là leur épaisseur ne peut être mesurée à cause des complications tectoniques.

complexe marneux intermédiaire qu'à de possibles dislocations tectoniques.

La succession des couches est la même que sur le versant opposé :

1. — *Marno-calcaires à ciment* : 20-30 m.

2. — Complexe *marneux*, mais dans le sommet duquel apparaissent de nombreux bancs calcaires déterminant une rupture de pente; peut-être 300 m. ?

3a. — Zone marneuse (180-200 m.) et partie inférieure du *calcaire du Fontanil* (environ 75 m.).

3b. — Niveau marneux et partie supérieure du calcaire du Fontanil : environ 70 m.

4. — *Calcaire à silex* : 40-50 m.

D'après ce que nous avons dit plus haut, la puissance totale du Valanginien, qui serait de 700 m. environ en ajoutant les chiffres donnés ci-dessus, doit être vraisemblablement un peu moins forte en réalité.

III. — Chainons subalpins internes.

A) *Versant S. de la cluse de l'Isère : Moucherotte.*

Dans ce secteur des chaînes subalpines, les complications tectoniques sont trop grandes pour qu'on puisse trouver un profil du Valanginien non disloqué et normal.

B) *Versant N. de la cluse de l'Isère : Dent de Crolles.*

(Voir planche, profil 3.)

De même, dans la large bande de Valanginien qui affleure dans le vallon de Narbonne et forme le soubassement du Néron, des variations de pendage, surtout dans les marnes inférieures,

montrent que les couches sont plissées et ondulées; toute estimation de leur épaisseur est impossible.

Il faut aller vers le N. jusqu'à la *Dent de Crolles* pour pouvoir étudier un profil du Valanginien bien régulier. Dans le ravin à l'W. de Saint-Pancrasse, j'ai pu, en compagnie de mon ami le D^r O. RENZ, de Bâle, relever la coupe suivante :

Au-dessus des rochers calcaires du Portlandien, traversés en tunnel par la route de Saint-Pancrasse, viennent successivement :

1. — Couches marneuses, au sommet desquelles s'intercalent des bancs de calcaires marneux : ce sont les « *couches à ciment* », avec rares fragments d'Ammonites; puissance, environ 80 m. Elles se terminent en haut par une surface ondulée, mais très nette, au-dessus de laquelle on voit des galets roulés des couches inférieures et des granules de glauconie.

2. — Ensuite vient une puissante série de *marnes*³ dans lesquelles s'intercale (un peu au-dessus du pont de la route) un banc calcaire de 2,5 m. d'épaisseur environ; la série marneuse inférieure (sous le banc calcaire) a environ 190-200 m.; la supérieure, environ 160-170 m. Vers la bifurcation du ruisseau s'intercalent dans les marnes de minces bancs calcaires qui deviennent rapidement plus nombreux, mais disparaissent de nouveau vers le haut. Puissance de cette zone, environ 80 m.

3a. — Puis viennent environ 60 m. de *marnes*³ presque sans bancs calcaires, mais passant à des couches contenant de nombreux bancs calcaires et épaisses d'environ 35 m.

3b. — Au-dessus d'une limite bien nette, on retrouve des *marnes*³ avec intercalations de bancs calcaires, d'abord peu nombreux, puis plus fréquents; finalement on passe à des *calcaires* purs du type « *Fontanil* ». La puissance des marnes est

³ A la Dent de Crolles, les « *marnes valanginiennes* » comprennent les niveaux 2, 3a et la partie inférieure de 3b de cette série.

d'environ 60 m.; celle des couches de passage, de 25 m.; celle des calcaires, de 120 m.

4. — Au-dessus de ces calcaires formant falaise vient de nouveau une zone marneuse, gazonnée, puis une paroi de calcaires bien stratifiés correspondant au *calcaire roux à silex*. Puissance, environ 75 m.

La limite supérieure du Valanginien est encore marquée par la *couche glauconieuse* de la base de l'Hauterivien, ici très fossilifère.

La puissance totale de ce Valanginien de la Dent de Crolles est de 900 m. en chiffres ronds.

2° Parallélisme de ces divers profils.

Les faunes provenant de ces divers profils sont beaucoup trop pauvres pour permettre de tenter des parallélismes paléontologiques.

Par contre, le point de vue lithologique va nous permettre des comparaisons précises; en effet, la série stratigraphique du Valanginien montre d'une façon remarquablement nette les caractéristiques de la sédimentation cyclique.

Rappelons qu'en Suisse, la série stratigraphique helvétique a pu être divisée en un certain nombre de *cycles de sédimentation*⁴.

Chaque cycle comprend: 1° une partie relativement épaisse, qui commence avec des couches assez profondes et prend ensuite un caractère progressivement plus néritique (c'est le « *cycle d'émersion* », « *Emersionszyklus* »⁵ de FICHTER); 2° une

⁴ A. BUXTORF, 1910, 8, p. 32-33; P. ARBENZ, 1919, 4; H.-J. FICHTER, 1934, 10; W. BRÜCKNER, 7.

⁵ Les termes de « *Emersionszyklus* » (cycle d'émersion) et « *Zyklengrenze* » (limite de cycles) ne sont pas très heureux. Dans ma thèse, je les remplace par: « *Hebungsphase* » (phase de soulèvement) et « *Senkungsphase* » (phase d'affaissement).

partie généralement beaucoup moins puissante (la « *limite de cycles* », « *Zyklengrenze* » de FICHTER), qui correspond, ou bien à une simple interruption de la sédimentation, indiquée par une coupure nette, ou bien à un niveau le plus souvent fossilifère et d'une constitution lithologique particulière (glauconie, apparition subite de grains de quartz plus gros, phosphates, enrichissement en minéraux ferrugineux), ou bien enfin par une série relativement mince de couches de constitution lithologique normale, mais devenant de plus en plus bathyales vers le haut. Ces trois manières d'être des « limites de cycles » peuvent aussi se combiner entre elles.

Les cycles d'émersion se forment pendant les périodes de soulèvement, les limites de cycles pendant les périodes d'affaissement du fond de la mer. Si l'on admet que ces cycles de sédimentation sont sous la dépendance de mouvements tectoniques, et si on suppose, de plus, que ceux-ci se sont fait sentir partout en même temps dans tout le domaine helvétique, alors on voit qu'on pourra synchroniser nos cycles d'émersion et nos limites de cycles sur d'assez grandes distances. D'ailleurs les cycles de sédimentation ne seront pas toujours d'égale importance; certains d'entre eux correspondront à des mouvements du sol si peu intenses qu'on ne pourra en retrouver les traces qu'après des recherches soigneuses.

De fait, les profils du Valanginien que nous venons de décrire nous montrent les mêmes particularités que la série stratigraphique helvétique en Suisse : on peut y distinguer *cinq cycles de sédimentation* (voir planche) :

1. — Cycle des couches à ciment.
2. — Cycle du marbre bâtard.
3. — Cycle des couches inférieures du Fontanil.
4. — Cycle des couches supérieures du Fontanil.
5. — Cycle des calcaires à silex.

Le faciès de chacun de ces cycles se modifie fortement de l'W. à l'E. Dans le chaînon jurassien, tous les cycles sont néri-

tiques; dans le chaînon subalpin externe règne le faciès mixte; dans les chaînons subalpins internes, le faciès bathyal. C'est la partie supérieure de la série qui reste la plus néritique.

Le faciès spécial des « *limites de cycles* » se retrouve à la base du cycle des couches à ciment à Noyarey (banc à Ammonites), à la base du cycle du marbre bâtard près de Saint-Pancrasse (couche à glauconie et galets remaniés), et enfin, au sommet de la série étudiée, avec la couche glauconieuse de la base de l'Hauterivien. Un passage en faciès normal du sommet relativement néritique d'un cycle d'émersion à la base relativement bathyale du cycle suivant se rencontre dans tous les profils entre les cycles du marbre bâtard et des couches inférieures du Fontanil. Dans tous les autres cas, les limites de cycles sont marquées seulement par des coupures nettes dans les séries stratigraphiques, ou encore ont jusqu'à présent passé inaperçues, faute de bons affleurements ou d'études microscopiques : c'est le cas pour la base du cycle des couches à ciment dans le chaînon jurassien et pour la base du cycle suivant dans les chaînons jurassien et subalpin externe.

3° Age des cycles.

Rappelons brièvement les points de repère paléontologiques sûrs dans la série étudiée :

1. — A la carrière de La Buisse, des Characées ont été trouvées (L. MORET, 1926, 18; V. STASTNY, 1930, 20) à l'extrême base de cette série. Ces couches sont classées dans le Purbeckien, donc au sommet du Malm. D'après G. MAZENOT (*in* L.-W. COLLET, 1936, 9), il faut attribuer le même âge au banc calcaire à Ammonites par lequel débutent les marno-calcaires à ciment de Noyarey.

2. — La faune d'Ammonites de la partie principale des marno-calcaires à ciment de Noyarey a toujours été attribuée au Berriasien (cf. 9).

3. — Au Fontanil, la partie inférieure du calcaire du Fontanil a fourni une riche faune du Valanginien moyen (cf. M^{me} M. MORAND, 1912, 17).

4. — Le calcaire roux à silex contient des fossiles du Valanginien supérieur.

5. — La couche glauconieuse qui recouvre ces calcaires a fourni au Muret, au pied du Néron (cf. M. BREISTROFFER, 1935, 5), une très riche faune de l'Hauterivien inférieur, faune qui se retrouve à la Dent de Crolles.

D'après ces données, on voit que la limite de cycles coïncidant avec la base de la série étudiée doit être placée dans le Malm, tandis que le cycle d'émersion qui vient au-dessus (couches à ciment) correspond au Berriasien.

L'âge précis du cycle du marbre bâtard reste un peu douteux, puisque dans le Jura, où cet horizon a été défini par E. BAUMBERGER (1900, 2; 1907, 3, p. 16), le marbre bâtard n'a livré qu'une seule Ammonite berriasienne (*Hoplites euthymi*), et cet auteur ne précise pas à quel niveau de cette formation elle se trouvait. On voit donc que, dans notre région, la limite supérieure du Berriasien reste un peu vague.

Le cycle des couches inférieures du Fontanil correspond certainement, au moins dans sa partie supérieure, au Valanginien moyen.

Le cycle des couches supérieures du Fontanil doit, d'après J. NASH (1926, 19), appartenir déjà au Valanginien supérieur; mais il est impossible de dire où passe exactement la limite entre Valanginien moyen et supérieur.

Enfin le cycle du calcaire à silex doit être attribué au Valanginien supérieur, car la couche glauconieuse qui le surmonte marque la base de l'Hauterivien.

4° Les variations d'épaisseur.

Notre dessin (voir planche) montre immédiatement que, à l'exception des couches inférieures du Fontanil, tous les termes du Valanginien ont des épaisseurs notablement plus grandes

vers l'E.; il n'est même pas sûr que, dans le chaînon de la Dent de Crolles, on soit arrivé à la zone des épaisseurs maxima.

En adoptant la nomenclature de M. GIGNOUX (1936, 12, p. 4, fig. 1; pp. 13, 429, 489), on voit qu'au Valanginien les chaînes subalpines des environs de Grenoble dépendaient encore de la *bordure externe de l'avant-fosse alpine* : d'W. en E. l'épaisseur ne cesse d'augmenter tant qu'il reste encore des traces de faciès néritiques, représentés ici par le faciès des calcaires du Fontanil, subsistant encore à la Dent de Crolles. Pour arriver au *fond de l'avant-fosse*, il faudrait aller jusqu'en arrière du Pelvoux, dans la zone du Galibier et les zones subbriançonnaise et ultra-dauphinoise; il est probable que le Valanginien ne doit pas dépasser là quelques dizaines de mètres (M. GIGNOUX, 1936, 12, p. 468).

Ainsi la réduction du faciès « Fontanil » s'accompagne ici d'une augmentation d'épaisseur; de même, sur le bord de la « fosse vocontienne », la régression de l'Urgonien coïncide aussi avec un énorme épaississement des couches qui l'encadrent et le remplacent, tandis que plus loin, dans le fond de la fosse, les épaisseurs se réduisent de nouveau (cf. J. JUNG in M. GIGNOUX, 1936, 12, p. 429).

Remarquons enfin que, pour les *couches inférieures du Fontanil* (c'est-à-dire la série comprenant la partie supérieure des « marnes valanginiennes » et la base du complexe du Fontanil), la zone des *maxima d'épaisseur* est déjà atteinte dans le chaînon subalpin externe, et que dans le chaînon de la Dent de Crolles la puissance commence à diminuer. Or, c'est précisément à cette époque que les faciès profonds s'avancent le plus loin vers l'W. : on trouve à ce moment des faunes d'Ammonites pyriteuses dans les « marnes valanginiennes » sur la bordure interne du Vercors (région du Mont Aiguille) et des Bauges : l'apparition des faciès vraiment profonds, pélagiques, correspond donc à une diminution d'épaisseur.

5° Parallélisme avec le Valanginien helvétique de la Suisse.

Les chaînes subalpines des Alpes françaises représentant le prolongement de la « zone helvétique » de la Suisse, on peut admettre, avec une certaine vraisemblance, que les soulèvements et affaissements, causes de l'individualisation des cycles sédimentaires, ont été contemporains dans ces deux régions, et que par suite les cycles d'émersion et les limites de cycles peuvent y être parallélisés, malgré la distance.

Les subdivisions cycliques du Valanginien dans la Suisse centrale et orientale seront étudiées en détail dans ma thèse devant paraître prochainement.

La série commence ici avec le *cycle des couches à ciment* (Zementsteinschichten). Dans le faciès néritique nord-helvétique, ce cycle contient à sa base des bancs à Characées (cf. W. BRÜCKNER et J. VON PIA, 1935, 6) qu'on doit attribuer au Purbeckien; dans le faciès bathyal sud-helvétique, on y trouve des faunes d'Ammonites aussi bien portlandiennes que herriennes (cf. Arnold HEIM, 1916, 14, pp. 489, 490; M^{me} M. GERBER, 1930, 11; Arnold HEIM et E. BAUMBERGER, 1933, 15, p. 161-163). Les documents paléontologiques paraissent ainsi être les mêmes que dans le cycle des couches à ciment des chaînes subalpines françaises; par suite, les cycles de ces deux régions peuvent être parallélisés.

Puis viennent, dans l'Helvétique suisse, les *deux cycles des couches d'OEhrli* inférieures et supérieures; leur séparation est souvent difficile. Ils doivent correspondre vraisemblablement au cycle du marbre bâtard. Dans le profil de la Dent de Crolles (profil 3 de la planche), le banc calcaire intercalé dans les marnes un peu au-dessous du milieu de ce cycle pourrait indiquer une subdivision en deux cycles secondaires; dans le profil du chaînon subalpin externe, les couches correspondantes sont masquées sous les éboulis; dans le chaînon jurassien, des études

microscopiques pourraient peut-être permettre de retrouver une subdivision.

Au-dessus des couches d'OEhrli viennent en Suisse deux autres cycles : le cycle des « *marnes valanginiennes* » et celui du « *calcaire valanginien* », qui correspondent en tout cas aux cycles des couches inférieures et supérieures du Fontanil. Le niveau à Ammonites découvert par mon ami H. HAUS, de Bâle (renseignement oral) à la limite de ces deux cycles pourrait être l'équivalent du niveau fossilifère du Fontanil.

Les couches comprises, en Suisse, entre le calcaire valanginien et le calcaire hauterivien (Kieselkalk) sont encore mal connues. On a signalé ici deux horizons fossilifères (faciès des « limites de cycles »), dont l'un, la « *couche du Gemsdülli* » de A. BUXTORF (1907, 4), contient une faune du Valanginien supérieur, et l'autre, ou « *couche du Rahberg* » de Arnold HEIM (1907, 4; 1916, 14, pp. 413, 423), renferme des fossiles de l'Hauterivien inférieur. Mais ces deux horizons ne sont pas partout développés. Entre eux se trouvent, dans la Suisse orientale, les « *couches à Pygurus* », rapportées encore par Arnold HEIM (1916, 14, p. 423) au Valanginien supérieur; mais ces couches peuvent aussi manquer. Vraisemblablement, couches du Gemsdülli et couches à Pygurus représentent un cycle de sédimentation rudimentaire qui serait comparable au cycle du calcaire à silex. La couche du Rahberg est presque certainement l'équivalent de la « *couche glauconieuse* » de la base de l'Hauterivien des chaînes subalpines.

A la fin de ce travail, je tiens à remercier cordialement MM. les Professeurs GIGNOUX et MORET, MM. P. LORY, F. BLANCHET et M. BREISTROFFER pour l'aimable accueil reçu au Laboratoire de Géologie de Grenoble et pour les nombreux renseignements et conseils qu'ils m'ont si complaisamment donnés.

M. GIGNOUX a bien voulu se charger lui-même de la traduction de mon manuscrit; je lui en exprime ma vive reconnaissance.

Ouvrages cités

1. ARBENZ (P.). — Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. *Heim-Festschrift; Vierteljahrsschrift d. Natf. Ges. Zürich*, vol. 64, 1919.
2. BAUMBERGER (E.). — Vorläufige Mitteilungen über die Ammonitenfauna des Valanginien und Hauterivien im Schweizerjura. *Eclogae geol. Helv.*, vol. VI, 1900.
3. BAUMBERGER (E.). — Fauna der unteren Kreide im westschweizerischen Jura; vierter Teil. *Abh. d. Schweiz. Pal. Ges.*, vol. 34, 1907.
4. BAUMBERGER (E.), HEIM (Arn.), BUXTORF (A.). — Palaeontologisch-stratigraphische Untersuchung zweier Fossilhorizonte an der Valanginien-Hauterivien-Grenze im Churfürsten-Mattstock-Gebiet mit Bemerkungen über die Stratigraphie der analogen Schichten der Zentralschweiz. *Abh. d. Schweiz. Pal. Ges.*, vol. 34, 1907.
5. BREISTROFFER (M.). — Révision de la faune hauterivienne du Néron en Chartreuse (Isère). *Trav. du Lab. de Géol. de l'Univ. de Grenoble*, 1934-1935, t. XVIII, p. 131.
6. BRÜCKNER (W.) und v. PIA (J.). — Characeenreste im unteren Teil der Zementsteinschichten (oberer Malm) der Griesstockdecke am Klausenpass (Kt. Uri). *Eclogae geol. Helv.*, vol. 28, 1935.
7. BRÜCKNER (W.). — Thèse (en préparation).
8. BUXTORF (A.). — Erläuterungen zur geologischen Karte des Bürgenstocks. *Erl. z. geol. Karte d. Schweiz*, No. 9, 1910.
9. COLLET (L.-W.). — Les brèches du Jurassique supérieur et la limite Jurassique-Crétacé. *Eclogae Geol. Helv.*, vol. 29, n° 1, 1936, p. 283.
10. FICHTER (H. J.). — Geologie der Bauen-Brisen-Kette am Vierwaldstättersee und die zyklische Gliederung der Kreide und des Malm der helvetischen Decken. *Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, N. F.*, 69, 1934.
11. GERBER (M.). — Beiträge zur Stratigraphie der Jura-Kreide-Grenze in der Zentralschweiz. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 23, 1930.
12. GIGNOUX (M.). — Géologie stratigraphique, 2^e édition. (Masson et C^{ie}, Paris), 1936.
13. GIGNOUX (M.) et MORET (L.). — Un itinéraire géologique à travers les Alpes françaises. *Travaux du Lab. de Géol. de l'Univ. de Grenoble*, t. XV, 1931.
14. HEIM (Arn.). — Monographie der Churfürsten-Mattstock-Gruppe. *Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, N. F.*, 20, 1910, 1913, 1916, 1917.
15. HEIM (Arn.) und BAUMBERGER (E.). — Jura und Unterkreide in den helvetischen Alpen beiderseits des Rheins (Vorarlberg und Ostschweiz). *Denkschr. d. Schweiz. Natf. Ges.*, vol. 68, Mém. 2, 1933.

16. KILIAN (W.) et LORY (P.). — Notices géologiques sur divers points des Alpes françaises. *Travaux du Lab. de Géol. de l'Univ. de Grenoble*, t. V, 1899-1900.
 17. MORAND (M.). — Etude de la faune des calcaires valanginiens du Fontanil (Isère). *Travaux du Lab. de Géol. de l'Univ. de Grenoble*, t. X, 1912-1913.
 18. MORET (L.). — Existence du Purbeckien dans les chatnes jurassiennes des environs de Voreppe (Isère). *Assoc. française pour l'avanc. des Sciences*, Lyon, 1926.
 19. NASH (J.). — De Geologie der Grande-Chartreuseketens. *Technische Boekhandel en Drukkerij, Delft*, 1926.
 20. STASTNY (V.). — Etude pétrographique de l'affleurement le plus méridional de Jurassique supérieur à faciès purbeckien : La Buisse près Grenoble. *Travaux du Lab. de Géol. de l'Univ. de Grenoble*, t. XV, 1930.
-