

# Crétacique

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **13 (1914-1915)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.09.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

la géographie et la tectonique de la chaîne des Tours d'Aï, comprise entre la Grande-Eau et la Tinière.

Les roches que l'on peut attribuer dans la région considérée au Jurassique supérieur de la nappe rhétique sont essentiellement des bancs de jaspe, purement siliceux à l'état frais, verdâtres ou brunâtres, qui sous le microscope apparaissent comme de véritables vases à Radiolaires plus ou moins métamorphisées. Le genre qui s'y trouve le plus abondamment est le genre *Cenosphaera* et la faune, pas plus du reste que la position tectonique, ne permettent une détermination stratigraphique précise, mais ces radiolarites appartiennent certainement au même système stratigraphique et tectonique que celles qui apparaissent dans le prolongement de la même zone vers le NE, puis dans le vallon de Vert Champ, dans le Bas Simmental, sur le Plateau des Gets, dans les Klippes d'Iberg, dans les régions de la Plessur, de l'Oberhalbstein dans les Grisons, et enfin dans la zone du Canavase. Dans le synclinal d'Ayerne, les radiolarites ne sont jamais accompagnées de roches ophiolitiques, contrairement à ce qui existe dans les zones plus méridionales; elles forment des bandes incrustées dans des formations d'âge crétacique et appartenant à la même nappe rhétique.

#### CRÉTACIQUE.

Conjointement avec les radiolarites jurassiques, M. A. JEANNET a étudié et décrit les formations crétaciques qui les accompagnent dans les lambeaux de la **nappe rhétique** conservés dans le synclinal d'Ayerne (98).

Ce sont d'abord des calcaires gris clair, un peu verdâtres par places et quelquefois siliceux à un degré variable, qui contiennent des *Aptychus* et qui sous le microscope apparaissent comme des vases calcaires très fines contenant par places des Radiolaires. Ces dépôts sont en contact avec les radiolarites, mais n'alternent pas avec elles et en sont séparés par une limite bien nette; ils sont surmontés en général par des schistes foncés. Ce sont exactement les mêmes calcaires que ceux qui accompagnent les radiolarites dans les Préalpes fribourgeoises et bernoises, dans les Klippes d'Iberg et dans les Grisons, ainsi que dans la zone du Canavase; d'autre part, ils ressemblent absolument aux calcaires du Biancone, qui, dans la région des lacs lombards, recouvrent des radiolarites jurassiques. Aussi peut-on les considérer comme appartenant, au moins en partie, au Crétacique inférieur, en partie peut-être au Jurassique supérieur.

Mais la partie la plus importante de la description de M. Jeannet concerne des couches cénomaniennes fossilifères, appartenant aussi à la nappe rhétique et qui avaient été confondues jusqu'ici avec le Flysch du synclinal d'Ayerne.

Le complexe cénomanien comprend ici plusieurs faciès, ce sont :

1<sup>o</sup> Des calcaires gréseux à grain fin, à patine grise ou rousse, formant tantôt un banc homogène, tant plusieurs bancs séparés par des lits marneux, caractérisés en première ligne par l'abondance d'*Orbitolina plana* d'Arch., mais contenant en outre une faune assez abondante; au milieu de nombreux fossiles non déterminables exactement, M. Jeannet a reconnu les espèces suivantes :

Acanthoceras Mantelli Sow.	Pteria haldonensis Woods.
Pholadomya substriata d'Orb.	Neithea striatocostata Goldf.
Cardium Guerangeri d'Orb.	Pecten orbicularis Sow.
Modiola sarthensis Guér.	Tylostoma ovatum Sharpe.
» reversa Sow.	Leptophyllia patellata Mich.
Pinna bicarinata Math.	Orbitolina plana d'Arch.

2<sup>o</sup> Des calcaires en bancs minces, de structure bréchi-forme, séparés par des marnes, qui sont remplis d'*Orbit. mamillata* d'Arch. et qui ont fourni comme fossiles particulièrement caractéristiques :

Turritella cf. Fittoniana Münster.	Serpula gordialis Schl.
Cerithium. aequale Gein.	Cidaridites af. vesiculosa Goldf.
» pustulosum Sow.	Cyclolites Guerangeri Edw. et H.
» Lallierianum d'Orb.	Orbitolina mamillata d'Arch.
Trigonia cf. crenulata Lam.	» conica d'Arch.
Neithea alpina d'Orb.	

3<sup>o</sup> Des grès plus ou moins grossiers formés de fragments de radiolarite, de quartz et de calcaire clair néocomien, unis par un ciment jaunâtre, et remplis d'*Orbitolina conica* d'Arch. La surface des bancs est souvent marquée de nombreuses empreintes vermiformes ou en forme d'Helminthoïdes. A ces grès sont associés des calcaires gréseux et des marnes. La faune, plus pauvre que dans les niveaux précédents, comprend, à côté d'*Orb. conica*, *Orb. mamillata*, *Cerithium pustulosum* et des débris d'*Inoceramus*, d'*Ostrea*, de *Pecten*, de *Serpula*, d'Echinides divers et de Polypiers.

4<sup>o</sup> Des grès siliceux, schisteux ou marneux par places, caractérisés par la fréquence de *Pecten curvatus* Gein. et de diverses formes de Turritelles, contenant aussi de petites orbitolines, probablement des jeunes d'*Orb. plana*.

5° Des brèches à pâte marno-calcaire avec des fragments de grès à Orb. plana, de calcaire noir et de radiolarite. Ces couches sont particulièrement riches en fossiles, qui y sont généralement accumulés en amas. *Orbit. mamillata* y est très abondante, les Gastéropodes y sont très nombreux et les Polypiers y forment une riche faune. Les espèces les mieux représentées sont :

Turritella cf. <i>Fittoniana</i> Münster.	<i>Nucula impressa</i> Sow.
» cf. <i>cenomaniensis</i> Guér.	<i>Nucula Vibrayeana</i> d'Orb.
» cf. <i>Prevosti</i> d'Arch.	<i>Modiola Guerangeri</i> d'Orb.
<i>Scalaria Guerangeri</i> d'Orb.	<i>Pectunculus Requierianus</i> d'Orb.
<i>Natica Monnetina</i> Chelot.	<i>Neithea notabilis</i> Münst.
<i>Delphinula tuberculata</i> Guer.	» <i>sexcostata</i> Woods.
<i>Teinostoma cretaceum</i> d'Orb.	<i>Ostrea conica</i> d'Orb.
<i>Trochus Geslini</i> d'Arch.	<i>Serpula gordialis</i> Schaf.
<i>Turbo Guerangeri</i> d'Orb.	<i>Ceratotrochus minimus</i> From.
<i>Fusus</i> cf. <i>Renauxianus</i> d'Orb.	» <i>ornatus</i> From.
<i>Cerithium tectum</i> d'Orb.	<i>Trochocyathus gracilis</i> E. et H.
» cf. <i>Lallierianum</i> d'Orb.	<i>Cycloseris cenomanensis</i> E. et H.
» <i>pustulosum</i> Sow.	<i>Sphenotrochus gracilis</i> From.
» <i>dichaondratum</i> Den.	<i>Stylocyathus conjunctus</i> From.
<i>Emarginula Guerangeri</i> d'Orb.	<i>Montlivaultia inaequalis</i> E. et H.
<i>Protocardia hillana</i> Sow.	» <i>pateriformis</i> E. et H.
<i>Astarte similis</i> Münst.	<i>Trochosmia praelonga</i> From.
» <i>Guerangeri</i> d'Orb.	<i>Orbitolina mamillata</i> d'Arch.
<i>Corbula elegans</i> Sow.	» <i>conica</i> d'Arch.

6° Des poudingues formés d'une pâte gréseuse à ciment calcaire et de galets en général petits de grès rougeâtres, de calcaires gris infracrétaciques, de quartzites blancs, de silex noirs et de radiolarites, qui ont été confondus avec le Flysch sous le nom de poudingues de la Mocausa. Ces couches ne comprennent que quelques rares débris de fossiles, parmi lesquels l'auteur a reconnu des *Inoceramus*, des *Aptychus*, des *Orbitolines*.

7° Des schistes argileux et des marnes foncées, qui forment la plus grande partie des affleurements cénomaniens, s'intercalant entre les niveaux précités. Ces dépôts, qu'on pourrait fort bien prendre pour du Flysch, contiennent par places des orbitolines : *O. conica* et surtout *O. mamillata*.

M. Jeannet a procédé à la détermination des fossiles récoltés dans ces divers niveaux avec la méthode la plus scrupuleuse et a été conduit ainsi à faire suivre la description des couches cénomaniennes d'un chapitre paléontologique, dans lequel chaque espèce reconnue est examinée d'une façon critique. Ce chapitre ne se prête pas à une analyse ; disons seu-

lement que l'auteur y donne une importance spéciale à la description des orbitolines, en particulier d'*Orb. conica* et *Orb. mamillata* qu'il considère comme formant un couple.

Par un examen approfondi et comparatif des types de sédiments décrits ci-dessus et en tenant compte de leurs positions respectives, M. Jeannet est arrivé à la conclusion, que les couches 1 et 4 représentent le même niveau modifié latéralement d'un point à l'autre et qu'il en est de même des couches 2 et 5. Les couches 1 à 5 se répartissent ainsi en trois niveaux : *a* (1+4), *b* (2+5) et *c* (3), dont les deux premiers sont caractérisés par une faune importante. Par la comparaison de ces faunes avec les faunes cénomaniennes d'autres régions, en particulier avec celles des environs du Mans, l'auteur a pu établir avec beaucoup de vraisemblance le parallélisme du niveau *a* avec le Cénomancien inférieur (craie à *Turrill. tuberculatus* et sables à *Perna lanceolata* et *Anorthopygus orbicularis* de la Sarthe, zone VII de M. Jacob) et du niveau *b* avec le Cénomancien moyen (sables et grès à Scaphites et Trigonies du Maine) ; quant au niveau *c* sa faune est trop pauvre pour permettre une comparaison solidement fondée, mais sa position relativement aux deux autres permet de le placer avec beaucoup de probabilité au niveau du Cénomancien supérieur.

Quant aux couches 6, qui sont des conglomérats formés essentiellement de galets empruntés à la nappe rhétique, il paraît nécessaire de les attribuer à cette même nappe ; comme elles ne contiennent pas d'éléments provenant des grès cénomaniens, on est justifié à les considérer comme plus anciennes que ceux-ci, et d'autre part le caractère des rares orbitolines qui s'y rencontrent parle plutôt en faveur d'un âge cénomancien que d'un âge albien ou aptien. C'est pourquoi M. Jeannet voit dans ces poudingues un conglomérat de base de la série transgressive cénomanienne de la nappe rhétique. Enfin les schistes et marnes sont en partie intercalés entre les niveaux fossilifères précités ; ils contiennent localement *Orb. mamillata* et *Orb. conica* ; ils sont donc, en tout cas partiellement, cénomaniens. Ainsi la série cénomanienne en ordre normal comprend :

1° Des conglomérats de base (couche 6) transgressifs sur le Néocomien et les radiolarites.

2° Les grès à *Orb. plana* et à *Pect. curvatus* du niveau *a*.

3° Une zone de schistes et de marnes.

4° Les brèches et calcaires bréchiformes à *Orb. mamillata-conica* du niveau *b*.

5° Une nouvelle zone de schistes et de marnes.

6° L'épais complexe de grès et de marnes à *Orb. conica* du niveau *c*.

Cette série paraît devoir avoir à peu près 100 m. de puissance, elle passe vers le haut à des schistes et marnes gris ou roussâtres, qui représentent probablement le Crétacique supérieur.

M. Jeannet termine son étude par une comparaison des formations cénomaniennes de la nappe rhétique dans les Préalpes avec les dépôts contemporains d'autres régions, en particulier avec le Cénomaniens de la bordure septentrionale des Alpes orientales, qui présente avec elles de remarquables analogies, soit lithologiques, soit faunistiques; il fait ressortir aussi la ressemblance frappante qui existe entre les conglomérats cénomaniens du synclinal d'Ayerne et ceux de la région insubrienne, ces derniers se distinguant seulement des premiers en ce qu'ils contiennent par places des galets de roches porphyriques et granitiques. Il conclut de ces comparaisons qu'à l'époque cénomanienne devait exister une vaste aire de sédimentation détritique, qui correspondait à l'aire d'extension de la nappe rhétique et de la nappe austro-alpine inférieure (nappe de Bavière de Haug) et qui s'étendait de là, en contournant le massif du Mercantour au S, jusque sur la fosse vocontienne dans le SE de la France. Sur la bordure méridionale de cette aire des mouvements transgressifs du N au S se sont produits dans différentes régions.

Nous avons laissé de côté dans ce résumé la description détaillée des coupes qu'a données M. Jeannet en les complétant par des profils à grande échelle. Il est pourtant nécessaire de signaler, à la fin de ce compte-rendu, que les formations de la nappe rhétique présentent dans le ravin de Nairvaux, ainsi que dans les affleurements voisins, des formes disloquées d'une façon très compliquée, se pénétrant les unes les autres par des replis serrés et très contournés et entrant parfois en contact purement mécanique par suite de chevauchements locaux.

Nous devons à M. E. GANZ (101) une étude stratigraphique détaillée du **Crétacique moyen des nappes helvétiques supérieures** dans la Suisse orientale.

Après avoir donné un aperçu sur l'histoire de la stratigraphie du Crétacique moyen alpin, l'auteur établi un tableau des divers niveaux lithologiques et paléontologiques qu'il a reconnus; sa classification est la suivante :

- |                   |   |                                                                                                                         |
|-------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cénomanién</b> | } | 18. Seewerkalk inférieur (zones VII et VIII de Jacob).                                                                  |
|                   |   | 17. Calcaire à glauconie disséminée avec <i>Bel. minimus</i> et <i>Bel. ultimus</i> (Ueberturrilitenschicht Arn. Heim). |
|                   |   | 16. Couche à Turrilites.                                                                                                |
|                   |   | 15. Grès concrétionnés supérieurs.                                                                                      |
| <b>Albien</b>     | } | 14. Grès concrétionnés inférieurs.                                                                                      |
|                   |   | 13. Couche fossilifère du Lochwald (zone VI <sup>a</sup> de Jacob).                                                     |
|                   |   | 12. Couche de Twirren.                                                                                                  |
|                   |   | 11. Couche du Flubrig (zone V de Jacob).                                                                                |
| <b>Gargasien</b>  | } | 10. Couche du Durschlägi (zone IV de Jacob).                                                                            |
|                   |   | 9. Couche de Nideri supérieure.                                                                                         |
|                   |   | 8. Couche de Nideri inférieure (zone III de Jacob).                                                                     |
|                   |   | 7. Couches de Brisi comprenant à la base un banc de grès, puis une zone à ostracés et une brèche échinodermique.        |
|                   |   | 6. Couche de Gams.                                                                                                      |
| <b>Bedoulien</b>  | } | 5. Oolithe de Sternen.                                                                                                  |
|                   |   | 4. Marnes de Luitere.                                                                                                   |
|                   |   | 3. Couche de Durchgäng.                                                                                                 |
|                   |   | 2. Couche fossilifère de Luitere.                                                                                       |
|                   |   | 1. Couche à <i>Rhynch. Gibbsi</i> .                                                                                     |

Après cette introduction, M. Ganz décrit en détail toute une série de profils, choisis dans les nappes du Sântis, de Räderten et du Drusberg. Il commence cette revision par le Crétacique moyen de Durschlägi, près d'Amden.

Ici, il y a une lacune entre l'Urgonien et les grès glauconieux de la base des couches de Brisi; puis vient un banc de calcaire échinodermique à *Inoc. concentricus* et *Ex. aquila* (7,5 m.). La couche inférieure de Nideri est un calcaire grumeleux et glauconieux (0,5 m.), elle passe au grès vert de Nideri (0,2 m.); la couche de Durschlägi est un grès calcaire et glauconieux, riche en nodules de phosphorite, qui contient à profusion *Inoc. concentricus* avec *Ter. cf. Dutemplei* (0,25 m.). Les couches du Flubrig sont formées d'abord d'argiles plastiques sans fossiles (2 m.), puis de calcaires schisteux à *Inoc. concentricus* et *Belem. minimus* (2 m.). Les couches de Twirren sont des calcaires irrégulièrement glauconieux et gréseux, qui contiennent *Holaster laevis*, *H. Perezi*, *Plicatula gurgilis*, avec des fragments de *Lytoceras* et de petites *Belemnites* (7,5 m.); elles comprennent ici le niveau du Lochwald et supportent directement les grès foncés à concrétions calcaires des Knollenschichten (12 m.).

Celles-ci passent aux calcaires à grain fin, riches en glauconie surtout à la base, qui sont caractérisés en première ligne par *Turril. Bergeri* et contiennent en outre *Ham. virgulatus* et *Bacul. Gaudini* (12 m.). Ce niveau est séparé du Seewerkalk par une zone de passage à glauconie moins abondante, avec *Bel. minimus* et *Bel. ultimus* (1 à 1,5 m.).

A une petite distance de ces affleurements, entre Amden et Weesen, la série médiocrétacique est déjà différente. Entre l'Urgonien et les couches de Brisi s'intercalent : 1° des calcaires spathiques devenant glauconieux vers le haut et riches en silex, qui contiennent à la base des orbitolines, à leur partie supérieure *Rhynch. Gibbsi* (4,5 m.). 2° une zone glauconieuse qui contient *Bel. semicanaliculatus* et *Douvil. nodosocostatum* (forme de passage à *D. subnodosocostatum*) et qui représente le niveau fossilifère de Luitere.

M. Ganz a examiné en détail 3 coupes prises à l'W. de la vallée de la Linth, à la Plattenalp, au dessus de Næfels, à la Rautialp et la Lachenalp, dans la vallée de l'Obersee.

A la Plattenalp, le profil reste assez semblable à celui de Durschlägi; la principale différence consiste dans l'apparition à la Plattenalp de calcaires gréseux et glauconieux au niveau de l'Albien supérieur, qui prennent un développement important dans la chaîne des Aubrig et y remplacent les grès concrétionnés (Aubrigschichten).

A la Rautialp, les couches de Luitere font défaut, et le faciès des couches d'Aubrig n'apparaît pas dans l'Albien supérieur; sauf cela, la série est semblable à celle de Plattenalp. Quant à la Lachenalp, elle montre un profil du Médiocrétacique très analogue à celui de la Rautialp avec les couches de Luitere en plus.

M. Ganz a continué son étude de détail dans le domaine des nappes de Räderten et du Drusberg et y a relevé toute une série de profils qu'il nous est impossible d'analyser ici. Nous chercherons par contre à suivre l'auteur dans la partie synthétique de son exposé, qui se rapporte à la nappe du Drusberg depuis les Alpes d'Unterwalden jusqu'à l'Alvier, à la nappe de Räderten et à celle du Säntis.

Le **niveau de Luitere**, formé de couches fossilifères à phosphorite, paraît se rattacher encore au Bedoulien; il est relié à l'Aptien supérieur par un passage graduel, tandis qu'il est séparé des couches sous-jacentes par une limite tranchée. Il n'est pas constant, mais apparaît suivant certaines zones dirigées du SW au NE et réparties dans les 3 nappes du Säntis, de Räderten et du Drusberg; son épaisseur varie de



0,05 à 0,5 m.; son faciès est tantôt marno-gréseux, tantôt plus calcaire, avec une imprégnation inégale de glauconie et une riche teneur en concrétions de phosphorite. Les fossiles y sont abondants; ils se répartissent entre les espèces suivantes :

Bel. semicanaliculatus Blainv.	Douvilleiceras Clansayense Jac.
Phylloc. Guettardi Rasp.	» Buxtorfi Jac.
» Goretii Kil.	Opis Sabaudia d'Orb.
Lytoceras Duvalianum d'Orb.	Plicatula inflata Sow.
Desmoceras Zürcheri Jacob.	Spondylus gibbosus d'Orb.
Parahoplites crassicosatus d'Orb.	Hinnites Studeri Pict. et R.
» Tobleri Jacob.	Terebratula Dutemplei d'Orb.
» Schmidtii Jac.	Catopygus cylindricus Des.
Douvilleiceras subnodosocostatum Sinz.	Discoides decoratus Des.
Douvilleiceras Martini var. orientalis Jac.	Peltaster Studeri Ag.

A la base du **Gargasien** apparaît localement un grès glauconieux, épais de 0,5 à 2 m., contenant quelques concrétions de phosphorite et quelques rares fossiles mal conservés, entre autres de *Parahopl. Tobleri* et *Lytoc. Duvalianum*. L'auteur a constaté cette couche soit dans les Churfirten, soit au Tierberg, au Fluhberg et à la Durchgäng (Wäggithal), et la distingue sous le nom de **couche de Durchgäng**; il admet qu'elle a eu une extension beaucoup plus générale, puis a été en grande partie supprimée par érosion.

Il arrive du reste fort souvent que, les niveaux de Luitere et de Durchgäng manquant, l'Urgonien soit directement recouvert par les marnes de Luitere qui, avec un caractère nettement transgressif, forment la base du Gargasien; ces marnes, tantôt finement schisteuses, tantôt plus compactes ou grumeleuses, sont développées dans les Churfirten occidentales et la partie septentrionale de la nappe du Drusberg; elles augmentent d'épaisseur du N au S, puis sont progressivement remplacées dans les Churfirten orientales, l'Alvier et la partie S de la nappe du Drusberg par des calcaires échinodermiques-oolithiques, désignés sous le nom d'**oolithe de Sternen**. Sur cet ensemble de couches viennent des grès foncés brunâtres, en bancs dont l'épaisseur varie de 10 à 25 m. et qui sont développés dans les Churfirten, ainsi que dans la nappe du Drusberg; ce sont les **couches de Gams**, qui contiennent encore *Parahopl. Tobleri*.

Le Gargasien supérieur est représenté par les **couches de Brisi**, qui se composent de deux niveaux lithologiques nette-

ment distincts : 1° à la base le grès de Brisi, quartzeux et glauconieux, rubané et souvent concrétionné, dont l'épaisseur augmente progressivement de 5 m. dans le Sântis jusqu'à 25 m. dans la partie méridionale de la nappe du Drusberg, 2° vers le haut la brèche de Brisi, formée de débris d'Echinodermes, de Brachiopodes et d'Ostracés, mêlés à des grains de glauconie et de quartz, ainsi qu'à des spicules de Spongiaires ; cette couche, très constante comme la précédente dans les nappes helvétiques de la Suisse orientale, augmente d'épaisseur vers le SE et atteint plus de 30 m. dans la nappe du Drusberg ; elle peut être homologuée aux lumachelles du Vercors et de Lans et Royans dans la vallée du Rhône.

Le passage du Gargasien à l'Albien se fait dans le domaine de la nappe du Drusberg par un niveau, dans lequel les brèches échinodermiques se mêlent à des calcaires arénacés et glauconieux avec concrétions de phosphorite. Ces couches contiennent *Parahopl. Nolani* Seunes, *Parahopl.*, ex af. *Milleti* d'Orb., *Leymeriella tardefurcata* Leym. ; elles paraissent être un peu plus jeunes que le niveau classique de Clansayes et sont désignées par M. Ganz sous le nom de couches inférieures de *Niederi*.

A la base de l'Albien apparaissent les **couches de Niederi** proprement dites sous la forme de grès quartzeux plus ou moins glauconieux, tantôt compacts, tantôt un peu schisteux. Ce niveau, qui fait défaut dans les nappes helvétiques inférieures, apparaît dans la nappe du Sântis, puis augmente d'épaisseur (jusqu'à 12-13 m.) dans la nappe de Räderten, pour diminuer ensuite de nouveau et disparaître dans la partie S de la nappe du Drusberg. Les fossiles y sont rares et mal conservés.

Le niveau suivant, dit de **Durschlägi**, apparaît dans la nappe du Sântis, où il repose vers le N directement sur le calcaire de Brisi, plus au SE sur les couches de *Niederi* ; il comprend une simple zone, épaisse de 1 m. au maximum, de grès glauconieux riche en phosphorite et en fossiles malheureusement mal conservés ; parmi ceux-ci on peut reconnaître :

*Nautilus clementinus* d'Orb.  
*Desmoceras convergens* Jacob.  
*Dentalium decussatum* Sow.  
*Solarium Hugianum* Pict. et R.  
*Scalaria clementina* d'Orb.  
 » *dupiniana* d'Orb.

*Natica gaultina* d'Orb.  
*Pecten raulinianus* d'Orb.  
 » *interstriatus*. Leym.  
*Inoceramus concentricus* Park.  
*Terebratula Dutemplei* d'Orb.  
*Rhynchonella sulcata* Park.

Les **marnes du Fluhbrig**, qui viennent ensuite, existent dans la nappe de l'Axen et dans les nappes helvétiques supérieures, où elles prennent une extension générale avec une épaisseur variant de 1 à 5 m. ; ce sont des marnes gréseuses et glauconieuses, contenant encore des nodules de phosphorite et caractérisées entre autres par :

Hoplites dentatus Sow.	Douvilleiceras mamillatum Sow.
» benettianus Sow.	Desmoceras Parandieri d'Orb.
» Deluci Brongn.	» Beudanti Brongn.
» auritus Sow.	Belemnites minimus List.

Les **couches de Twirren** existent dans toutes les nappes helvétiques de la Suisse orientale; elles comprennent des grès verts, contenant des rognons de phosphorite et auxquels se mêlent, surtout dans la nappe du Säntis, des bancs ou des lentilles calcaires et des lits marneux. L'épaisseur varie beaucoup (de 1 à 10 m.).

La faune correspond à la zone V de M. Jacob et comprend :

Hoplites auritus Sow.	Puzosia Mayori d'Orb.
» dentatus Sow.	Belemnites minimus List.
Donvilleiceras mamillatum Schlot.	Inoceramus concentricus Park.

La **zone du Lochwald** n'est distincte de la précédente et richement fossilifère que dans les digitations supérieures de la nappe du Säntis (nappes de Räderten et du Drusberg); elle atteint 2<sup>m</sup>05 dans la nappe de Räderten et se réduit à 1 m. au maximum dans celle du Drusberg; elle est formée d'un mélange de grès brunâtres et de calcaires à grain fin et contient une forte proportion de phosphorite. Sa faune se compose de :

Nautilus Montmollini P. et C.	Mortoniceras Delaruei d'Orb.
Phylloceras Velledae Mich.	» cristatum Deluc.
» subalpinum d'Orb.	» Bouchardi d'Orb.
Kosmatella Agassiziana P. et R.	» Roissyanum d'Orb.
Desmoceras Beudanti Brong.	» inflatum Sow.
» Parandieri d'Orb.	» perlatum nov. sp.
Puzosia Mayori d'Orb.	» Hugardianum d'Orb.
Latidorsella latidorsata Mich.	Brancoceras varicosum Sow.
Hoplites lautus Sow.	Brancoceras Senequieri d'Orb.
» splendens Sow.	Hamites virgulatus Brong.
» Fittoni Sow.	» attenuatus Sow.
Acanthoceras Lyelli Leym.	» maximus Sow.
» Brottianum d'Orb.	Anisoceras armatum Pict.

Anisoceras perarmatum P. et R.	Natica gaultina d'Orb.
Ancyloceras Blanchetti P. et C.	Avellana subincrassata d'Orb.
Baculites Gaudini P. et C.	Turbo pictetianus d'Orb.
Turrilites plicatus d'Orb.	Terebratula biplicata Sow.
Inoceramus concentricus Park.	Holaster laevis Deluc.
» sulcatus Park.	» Perezi Sism.
Pholadomya genevensis Pict.	Discoïdes conicus Des.
Rostellaria orbignyana P. et R.	

Les **grès concrétionnés**, qui forment le passage entre l'Albien et le Cénomaniens (Knollenschicht), se trouvent dans toutes les nappes helvétiques de l'E de la Suisse, mais atteignent leur plus grande épaisseur dans la partie S de la nappe du Säntis et dans la nappe de Räderten (18-22 m.). Ils sont formés d'une masse gréseuse de quartz et de glauconie, dans laquelle sont englobées des concrétions calcaires à grain fin, et passent insensiblement vers le haut aux calcaires supracrétaciques. Dans la chaîne des Aubrig, à la Rigihoehfluh et au Bürgenstock le faciès devient purement gréseux (Aubrigschichten) et les fossiles plus abondants : *Douvilleic. Mantelli* Sow., *Stolitzkaia dispar* d'Orb., *Turril. Bergeri* Brongn. Dans la partie méridionale de la nappe du Drusberg au contraire ces couches se confondent dans le faciès des calcaires de Seewen. Comme niveau les grès concrétionnés représentent ou l'Albien tout à fait supérieur ou la base du Cénomaniens.

Les **couches à Turrilites** sont développées dans les nappes helvétiques inférieures et la partie septentrionale de la nappe du Säntis ; ce sont des calcaires glauconieux, dont la teneur en glauconie diminue de bas en haut ; on trouve à ce niveau encore quelques ammonites de caractère albien, mais la fréquence de *Schlaenbachia varians* et de *Douvilleiceras Mantelli* permet de lui attribuer un âge cénomaniens. Vers le haut ces couches passent à des calcaires gris avec des grains disséminés de glauconie (Ueberturrilitenschicht), qui contiennent *Bel. minimus* et *Bel. ultimus*, et qui établissent la transition aux calcaires de Seewen.

En résumé, si l'on envisage dans leur ensemble les formations médiocrétaciques du faciès helvétique, on constate d'abord que le Gargasien, qui fait défaut dans la série autochtone et les nappes inférieures, apparaît dans la partie méridionale du Säntis et la chaîne des Aubrig, puis augmente progressivement d'épaisseur vers le S par l'adjonction de termes de plus en plus anciens dans les nappes supérieures. Pour l'Albien les choses sont un peu plus compliquées ; cet étage existe avec une épaisseur considérable dans la série autochtone ; de là il subit une réduction progressive vers le S et atteint un

premier minimum dans la nappe du Mürtschenstock et la partie frontale de celle du Säntis ; de là il gagne de nouveau en puissance et arrive à un maximum dans la zone des Hohe Churfisten et de la chaîne de Wiggis ; puis un second minimum se trouve dans la région frontale de la nappe de Ræderten, suivi d'un dernier maximum visible à l'Oberalp et la Durchgäng ; à partir de là la diminution d'épaisseur est continue vers le S.

Après avoir comparé la série helvétique du Crétacique moyen avec les formations contemporaines du Dauphiné, du Vercors et du S de l'Angleterre, M. Ganz cherche à grouper les divers niveaux qu'il a reconnus dans le cadre stratigraphique établi par M. Jacob. Il admet que le niveau fossilifère de Luitere correspond à la zone Ib de M. Jacob, les marnes de Luitere représenteraient alors la zone IIa et les couches de Brisi les zones IIb et III ; la couche inférieure de Niederi doit se placer entre les zones III et IV, la couche de Durchschlägi est probablement contemporaine de la zone IV, tandis que les couches du Fluhbrig et de Twirren représentent la zone V et la couche du Lochwald la zone VIa. Quant aux grès concrétionnés, il est difficile de décider s'il faut les placer au niveau de l'Albien supérieur ou du Cénomanién, mais il paraît en tout cas justifié d'attribuer les couches à *Turril. Bergeri* au Cénomanién.

En terminant M. Ganz rappelle les nombreuses interprétations qui ont été données au mot Gault et il insiste sur la nécessité de corroborer les données de la paléontologie par des relevés précis des faits d'ordre stratigraphique et même tectoniques.

A la suite d'une série d'excursions dans la bordure externe des Alpes de Glaris et de Schwytz, M. L. ROLLIER (103) a reconnu la grande extension que prennent dans toute cette zone, les **schistes supracrétaciques à fossiles pyriteux**, qui ont été découverts pour la première fois par M. Arn. Heim dans le Toggenbourg et qui jusqu'alors avaient toujours été confondus avec le Flysch. M. Rollier, ainsi que d'autres personnes, ont découvert récemment des fossiles dans divers gisements de ces schistes ; ce sont des débris d'Inoceramus, des moules de Gastéropodes, des Globigérines et des Textilaires. Il conclut de ses observations stratigraphiques et paléontologiques que la zone schisteuse qui s'intercale entre la molasse et les couches nummulitiques de Steinbach depuis le Wäggital vers l'W n'est pas du Flysch, mais appartient au Crétacique supérieur, spécialement au Sénonien et au Danién, et à l'Éocène.

## TERTIAIRE.

*Sidérolithique.* — M. H.-G. STEHLIN (110) a continué en 1912 la publication de son étude des **Mammifères éocènes de la Suisse** ; à propos des restes d'Adapis, découverts dans notre Sidérolithique, il a redonné une description détaillée soit d'*Adapis parisiensis* Blain, soit d'*Adapis magnus* Filhol, en se basant sur les matériaux provenant des phosphorites du Quercy et réunis dans les musées de Montauban, de Bâle et de Munich.

Parmi les matériaux provenant de Suisse, l'auteur a étudié un fragment de mandibule et deux molaires supérieures découverts au Mormont et décrits déjà l'un par Pictet et Humbert comme *Lophiotherium Laharpei*, les autres par Major sous le même nom, mais appartenant en réalité à une variété d'*Adapis parisiensis*. Il a établi une nouvelle espèce, *Adapis Rütimeyeri*, pour divers fragments récoltés à Egerkingen et en partie décrits par Rütimeyer sous les noms de *Ad. Duvernoyi*, *Ad. parisiensis* et *Dichobune Mülleri*. Cette espèce n'est pas directement voisine d'*Ad. parisiensis*, dont elle diffère par l'élargissement de ses molaires, par la forme de ses canines, par les dimensions réduites de ses prémolaires et par la division de la racine postérieure de  $P_2$  ; par ses derniers caractères elle se rapproche plutôt de *Ad. magnus*. Enfin M. Stehlin étudie trois molaires supérieures d'un Adapidé, qui proviennent d'Egerkingen et qui présentent des analogies avec les dents correspondantes d'*Ad. Rütimeyeri*, mais s'en distinguent par les formes plus arrondies de leurs arêtes, par l'enfoncement plus marqué de la région médiane du bord externe, qui détermine à la fois un affaiblissement du cingulum et une indépendance plus accusée des tubercules externes et par divers caractères de la région interne. Ces dents appartiennent probablement à un genre nouveau.

Il est impossible de suivre ici M. Stehlin dans le détail de ses descriptions et je me contenterai de citer quelques-unes de ses conclusions concernant la répartition chronologique et la phylogénie des Adapidés.

Parlant des relations qui existent entre *Ad. parisiensis* et *Ad. magnus*, l'auteur commence par montrer qu'on ne peut pas considérer, comme le voudrait M. Leche, le second comme un représentant plus évolué de la même série à laquelle appartiendrait le premier ; en réalité, si *Ad. magnus* est plus progressif qu'*Ad. parisiensis* par certains caractères, il l'est moins par d'autres ; il paraît certain que ces deux espè-

ces appartiennent à deux phylums indépendants, et on peut admettre que *Ad. magnus* se rattache de beaucoup plus près à *Ad. Rüttimeyeri* qu'à *Ad. parisiensis*.

Le phylum d'*Ad. parisiensis* est peut-être apparu déjà dans le Lutétien supérieur, où il serait représenté par les échantillons, il est vrai douteux, décrits des environs de Castres par Noulet sous le nom d'*Aphelotherium Rouxi*; il existait en tous cas dans le Bartonien, comme le prouvent les matériaux récoltés dans le Castrais et décrits par Fillhol et ceux provenant de Lautrec que M. Stehlin a en partie lui-même examinés. Les restes d'*Ad. parisiensis* du Mormont et la plus grande partie au moins de ceux du Quercy appartiennent au Ludien inférieur, tandis que ceux du bassin de Paris proviennent du Ludien supérieur. On ne connaît jusqu'ici aucun représentant de cette forme à un niveau plus élevé.

Le plus ancien représentant connu qui puisse être rapporté, avec certaines réserves du reste, au phylum d'*Ad. magnus* et *Ad. Rüttimeyeri*, est une forme qui n'a été découverte jusqu'ici que dans le Lutétien supérieur d'Egerkingen; comme échantillons bartoniens de ce même phylum, M. Stehlin cite en première ligne un des crânes d'*Ad. magnus* provenant des phosphorites du Quercy et conservé à Montauban, qui diffère des formes typiques de l'espèce par ses moindres dimensions et par la forme de ses canines inférieures et qui mérite d'être distingué comme *Ad. magnus* var. *Leenhardti*. Enfin ce phylum est particulièrement développé dans le Ludien inférieur, dans lequel il a été trouvé à Saint-Hippolyte, Hordwel, Laman-dine et dans le Quercy; il n'est pas connu de niveaux plus élevés.

Une forme n'appartenant ni à la série d'*Ad. parisiensis*, ni à celle d'*Ad. magnus* est représentée par trois molaires supérieures seulement, à Egerkingen, et appartient vraisemblablement au Lutétien supérieur.

L'origine des Adapis ne peut, dans l'opinion de M. Stehlin, être cherchée ni dans les Plesiadapis, ni dans les Protadapis de l'Eocène inférieur d'Europe; il ne faut pas non plus admettre, comme l'ont fait Cope et plusieurs de ses successeurs, une parenté étroite entre Adapis et les Notharctidés de l'Eocène inférieur de l'Amérique du Nord, le genre *Pelycodus* en particulier. En réalité, les Adapidés et les Notharctidés ont subi des évolutions non seulement indépendantes mais divergentes dès le début de l'Eocène et ils paraissent occuper dans l'ordre des Primates des positions assez éloignées. Ainsi la question de l'origine des Adapidés reste ou-

verte et l'on ne connaît pas encore les formes de l'Eocène inférieur auxquelles ils se rattachent. On peut par contre supposer une parenté probable entre eux et les formes contemporaines des Omomyidés ainsi qu'avec le genre *Pronycticebus*.

Passant à la question de la position que doivent occuper les Adapidés dans la systématique générale des mammifères, M. Stehlin commence par montrer que l'idée développée par Filhol, d'après laquelle ces formes représenteraient un terme intermédiaire entre les Pachydermes et les Lémuriens ne résiste pas à une critique sérieuse. Il s'oppose ensuite à l'idée d'un rapprochement entre les Adapidés et les Simiens actuels, en prouvant que les analogies signalées entre ces deux groupes de formes peuvent fort bien provenir d'évolutions tout à fait indépendantes. Par contre il insiste sur les multiples analogies que l'on constate entre les Adapidés et les Lémuriens actuels, spécialement les Lémuridés de Madagascar ; il admet donc une parenté entre les familles des Adapidés et des Lémuridés, mais il exclut absolument la possibilité d'une filiation directe de l'une à l'autre, en se basant sur le fait que divers caractères sont déjà développés chez les Adapidés, en particulier dans la région antérieure de leur mâchoire, qui ne peuvent en aucune façon amener aux caractères des Lémuridés. Les Adapidés représenteraient donc un groupe de Lémuriens éteint dans le Tertiaire ou le Quaternaire.

*Nummulitique.* — M. J. BOUSSAC, qui poursuit depuis de nombreuses années l'étude du **Nummulitique alpin**, a réuni les données nombreuses qu'il a acquises sur ce sujet en deux beaux volumes, consacrés l'un à la paléontologie, l'autre à la stratigraphie du Nummulitique.

Dans son étude paléontologique (104) M. Boussac s'est occupé seulement des groupes fossiles, qui ont la plus grande importance au point de vue stratigraphique, soit des Nummulitidés, des Echinides et des Mollusques. Le premier chapitre est ainsi consacré aux nummulites et à leur évolution ; l'auteur y montre l'extrême variabilité de ces organismes et met en lumière les caractères qui, étant relativement stables, ont la plus grande importance au point de vue de la détermination et des rapprochements phylogéniques. Ce sont : 1° le développement des filets cloisonnaires et des granules, 2° la forme des cloisons et des chambres dans le plan équatorial. Après cette introduction vient l'étude des espèces, dans laquelle M. Boussac a cherché à élucider les questions si embrouillées de la synonymie et a précisé pour chaque type



ses caractères particuliers avec l'étendue de ses variations. Les espèces ainsi décrites sont :

*Nummulites planulatus* Lam. (= *N. elegans* Sow.) qui représente une forme très à part, sans relation phylétique reconnue avec aucune autre (Yprésien).

*Nummulites bolcensis* Mun. Ch. (= *N. spileccensis* Mun. Ch.), forme de l'Yprésien à filets radiés et flexueux sans granules proprement dits.

*Nummulites irregularis* Desh. (= *N. distans* var. *depressa* d'Arch. et H., = *N. Pratti* d'Arch. et H., = *N. Lyelli* Schafh., = *N. subirregularis* de la Harpe), espèce très voisine de la précédente, dont elle est probablement dérivée, mais avec des cloisons plus serrées et des filets plus tourbillonnants (Lutétien).

*Nummulites distans* Desh. (= *N. polygyratus* Desh., = *N. Tchihatcheffi* d'Arch. et H.), grande espèce très commune dans le Flysch lutétien de la Suisse orientale, probablement dérivée de la précédente.

*Nummulites Murchisoni* Brunner (= *N. Heeri* de la Harpe), espèce très plate à filets cloisonnaires radiés, à lame spirale très mince et aux tours espacés, caractéristique du Lutétien, probablement dérivée de *N. bolcensis*.

*Num. globulus* Leym. (= *N. Ramondi* Defr., = *N. sub-Ramondi* de la Harpe, = *N. sub-globulus* de la Harpe), petite espèce renflée, à filets radiés droits, d'origine inconnue, qui caractérise le Lutétien inférieur.

*Num. atacicus* Leym. (= *N. biarritzensis* d'Arch. et H., = *N. Guettardi* d'Arch. et H., = *N. reticulatus* Schafh., non *N. biarritzana* d'Arch. 1837), espèce renflée à filets contournés ou méandriiformes et à cloisons arquées, probablement dérivée de *N. globulus* et caractéristique du Lutétien.

*Num. incrassatus* de la Harpe (= *N. vasca* var. *incrassata* de la Harpe, = *N. Boucheri* pars et var. *tenuispira* et *incrassata* de la Harpe, = *N. Rosai* Tellini), petite espèce lenticulaire à filets radiés, droits ou ondulés, dérivée de *N. globulus*, très commune dans l'Auverisien des Alpes suisses et se continuant dans le Priabonien et l'Oligocène.

*Num. vascus* Joly et Leym. (= *N. Germanica* Bornem., = *N. Bezanconi* Tourn., = *N. Boucheri* de la Harpe pars, = *N. miocontorta* Tell., = *N. submiocontorta* Parisch), espèce dérivée de la précédente qui apparaît à la base de l'Oligocène.

*Num. Chavannesi* de la Harpe (= *N. Rutimeyeri* de la

Harpe), espèce du Priabonien, se rattachant probablement à *N. incrassatus*, qui a été souvent confondue avec *N. Bouillei*.

*Num. striatus* Brug. (= *N. contortus* Desh., = *N. Viquesneli* d'Arch. et H.) petite espèce aux filets radiés droits, aux cloisons droites et rapprochées, à la lame spirale épaisse, très commune dans l'Auversien des Alpes suisses et se continuant dans le Priabonien. Origine inconnue.

*Num. Bouillei* de la Harpe (= *N. Tournoueri* de la Harpe), espèce petite et plate, aux filets recourbés en arrière vers la périphérie, à la spire s'accroissant rapidement et à la lame spirale mince, qui est reliée à la précédente par des formes de transition et qui apparaît dans le Priabonien pour se continuer dans l'Oligocène.

*Num. pulchellus* Hantken in de la Harpe, espèce voisine de *N. striatus*, dont elle se distingue par ses tours plus élevés, caractéristique du Priabonien.

*Num. variolarius* Lam. (= *N. Heberti* d'Arch. et H.), très petite espèce, renflée, aux filets radiés et aux cloisons arquées, de l'Auversien et du Bartonien.

*Num. Orbigny* Gal. (= *N. Prestwichiana* R. Jones, = *N. wemmelsensis* de la Harpe), très petite forme qui montre des caractères de transition aux operculines et aux assilines, du Bartonien ou Priabonien inférieur.

Tandis que les espèces précitées étaient toutes dépourvues de piliers, celles qui vont suivre en possèdent au contraire toutes, et se groupent naturellement d'après la forme radiée, réticulée ou méandriforme de leurs filets.

*Num. lucasanus* DeFr. (= *N. lenticularis* Rouault), petite espèce aux filets raides et aux granules concentrés au centre, d'origine inconnue, qui se trouve dans le Lutétien inférieur.

*Num. Partschi* de la Harpe (= *N. Oosteri* de la Harpe, = *N. gallensis* Heim) qui apparaît dans le Lutétien supérieur et est probablement dérivée de la précédente, dont elle se distingue par sa taille plus grande et ses filets méandri-formes dans l'adulte.

*Num. Garnieri* de la Harpe, petite forme d'origine inconnue, qui apparaît dans le Priabonien et qui possède des filets tortueux et divisés, couverts de trabécules vers la périphérie, de tubercules vers le centre.

*Num. laevigatus* Brug. (= *N. scaber* Lam., *N. Lamarcki* d'Arch. et H., = *N. amygdala* Schafh., = *N. Hantkeni* Héb. et M. Ch., = *N. Djokdjorkartae* Martin), espèce extrêmement variable qui se rattache à *N. Lucasanus* et a pris

une extension géographique considérable dans le Lutétien moyen et supérieur.

*Num. perforatus* Montf. (= *N. spissus* Defr., = *N. crassus* Boubée, = *N. obtusus* Sow., = *N. aturicus* Joly et Leym., = *N. Puschi* d'Arch., = *N. Bellardii* d'Arch. et H., = *N. Deshayesi* d'Arch. et H., = *N. Meneghinii* d'Arch. et H., = *N. Rouaulti* d'Arch. et H., = *N. Verneuilli* d'Arch. et H., = *N. Sismondai* d'Arch. et H., = *N. Renevieri* de la Harpe, = *N. Lorioli* de la Harpe, = *N. uroniensis* Heim). Cette espèce est aussi extrêmement variable, avec des granules nombreux et des filets simples dans les petits individus, mais avec des tours toujours moins granuleux et des filets toujours plus tortueux et divisés à mesure que la taille s'accroît; il se forme ainsi un réseau lâche et irrégulier. *N. perforatus*, qui apparaît dans le Lutétien supérieur et se continue dans l'Auversien, se rattache à *N. laevigatus*.

*N. Brongniarti* d'Arch. et H., grande espèce, dérivée de *N. laevigatus* et caractéristique pour le Lutétien supérieur et l'Auversien, qui est caractérisée surtout par la discontinuité de son réseau cloisonnaire entre les granules, très nombreux et serrés.

*Num. Fabianii* Prever (= *N. intermedius* Hantken, de la Harpe, Blank., Oppenh., etc., non d'Archiac, = *N. Fichteli* de la Harpe, = *N. reticulatus* Tell., = *N. gassinensis* Prever). Cette espèce, longtemps confondue avec *N. intermedius* Defr., est de taille moyenne, régulièrement bombée, avec des filets radiés et des piliers disposés régulièrement suivant une ligne spirale et reliés entre eux par une lame calcaire perpendiculaire aux filets; son origine est inconnue, quoiqu'on puisse supposer une parenté avec le groupe de *N. laevigatus*. *N. Fabianii* caractérise le Priabonien, où elle est en particulier commune dans les Alpes suisses.

*Num. intermedius* d'Arch. (= *N. Fichteli* Michelotti, = *N. garansiana* Joly et Leym., = *N. sublaevigata* d'Arch. et H., = *N. sub. Brongniarti* Verbeck. Cette espèce, qui est caractéristique pour l'Oligocène, est dérivée de la précédente, dont elle se distingue par l'amincissement de la lame spirale et la disparition des piliers. Dans l'adulte les filets cloisonnaires forment un réseau très serré à mailles arrondies.

*Num. gizehensis* Forskal (= *N. arbiensis* Lynch, = *N. curvispira* Savi et Men., = *N. Lyelli* d'Arch. et H., = *N. Caillaudi* d'Arch. et H.), espèce de taille moyenne ou grande, aux filets méandriques groupés en faisceaux et aux granules localisés vers la périphérie dans l'adulte. Cette forme,

caractéristique du Lutétien, se rapproche de *N. millecaput*.

*N. millecaput* Boubée (= *N. complanata* Lam.? et auct., = *N. Dufrenoyi* d'Arch. et H., = *N. orbiculatus* Schafh., = *N. helvetica* Kaufm., = *N. Tchihatcheffi* Hantken et auct., non d'Arch.). Cette espèce, presque toujours citée sous le nom de *N. complanatus*, est dérivée probablement du groupe de *N. irregularis*; elle caractérise le Lutétien supérieur.

*Assilina praespira* Douv., petite espèce à spire lâche et à cloisons recourbées du Lutétien inférieur.

*Assilina spira* Roissy (= *As. planospira* d'Arch., = *As. subspira* de la Harpe) dérive de la précédente, dont elle diffère par sa taille plus grande et sa spire plus serrée et se trouve dans le Lutétien.

*Assilina exponens* Sow. (= *N. granulosa* d'Arch., *N. mammillata* d'Arch., = *N. assilinoïdes* Rüt., = *N. Leymeriei* d'Arch. et H., = *N. rota* Schafh., *As. subexponens* Oppenh., *As. pulchra* Prever, *As. placentula* auct.), espèce assez variable, de grande taille, probablement dérivée d'*As. spira*, apparaissant dans le Lutétien pour se continuer dans l'Auversien.

M. BOUSSAC examine dans un second chapitre quelques espèces d'Echinides importantes pour la stratigraphie du Nummulitique alpin, puis il consacre la plus grosse partie de son volume à une révision des Pélécy-podes, des Scaphopodes et des Gastéropodes du Nummulitique, qui intéresse plus de 450 espèces ou variétés différentes et qu'il est impossible de résumer ici. Cette révision est terminée par un tableau des espèces, indiquant leur répartition géographique et stratigraphique qui pourra rendre de réels services.

Disons, en terminant ce résumé, que l'étude de M. BOUSSAC est très heureusement complétée par un album de vingt-deux planches en phototypie très soignée.

Après avoir ainsi posé une bonne base paléontologique, M. J. BOUSSAC (105) a abordé dans un second volume l'étude stratigraphique du Nummulitique alpin.

Dans un chapitre d'introduction il expose le principe de sa méthode, qui consiste à donner toute leur valeur aux données paléontologiques, en appréciant exactement les variations de faune d'ordre phylétique aussi bien que celles dépendant du faciès et en complétant ces données par l'examen des faits d'ordre purement stratigraphique. Il rappelle ensuite la classification des dépôts éogènes du bassin anglo-parisien et de l'Aquitaine.

Dans un chapitre tectonique, M. Boussac donne un aperçu très clair du développement du vaste système des nappes alpines, tel qu'il peut maintenant être établi grâce aux travaux de MM. Schardt, Lugeon, Buxtorf, Truninger, Beck, Alb. et Arn. Heim, Oberholzer, Kilian, Lory, Révil, Argand, Meyer, Welter, Steinmann, Haug, Uhlig, etc.... Cet exposé l'amène à préciser les positions relatives qu'occupaient les divers dépôts nummulitiques alpins lors de leur sédimentation.

Nous ne pouvons suivre ici M. Boussac dans toutes les parties de sa description stratigraphique du Nummulitique alpin et devons nous borner à signaler les portions de son travail qui intéressent la géologie de la Suisse. C'est ainsi que nous passerons sous silence les chapitres pourtant très importants, qui traitent du Nummulitique de la région du Pelvoux et du Mercantour et de celui de la zone externe oligocène de Castellane, du Gapençais et du Dévoluy. A propos de la zone des Aiguilles d'Arve nous nous contenterons d'indiquer que M. Boussac considère comme certainement tertiaires les schistes, grès et brèches polygéniques qui, au S. du Mont-Blanc, en particulier à la Seigne et au Grammont, forment les « Schistes lustrés supérieurs » de la feuille d'Albertville ; d'après lui cette série représente le Lutétien, l'Auvervien et le Priabonien, tandis que les Schistes lustrés proprement dits qui lui sont sous-jacents seraient une série compréhensive s'étendant du Lias à la base de l'Eocène.

M. Boussac consacre un chapitre à la description du Nummulitique des chaînes calcaires de la Savoie depuis la région des Bauges jusqu'aux Dents Blanches de Champéry. Il montre que l'Auvervien n'existe dans toute cette région que dans le massif des Bauges, où il est représenté par des calcaires ou des grès à *Num. perforatus*, *Assil. exponens* et *Orthophr. discus* reposant sur un conglomérat de base. Dans ce massif, le Priabonien comprend des marnes riches en écailles de poissons, dont la base est remplacée par places par des couches à *Cerithium plicatum*, et dans lesquelles s'intercalent souvent des calcaires à lithothamnies et à petites nummulites. Le Lattorfien est représenté par des grès molassiques. Plus au NE dans les environs du synclinal du Reposoir et dans les chaînes calcaires externes au N du Giffre, la série éogène commence avec le Priabonien, dont la base est généralement formée par les couches à *Cer. plicatum*, dont la partie moyenne est représentée par des calcaires à lithothamnies, à orthophragmines et à petites nummulites, tandis que

dans sa partie supérieure s'établit un faciès schisteux à globigérines ; le Lattorfien se compose essentiellement ici de grès de Taveyannaz.

Dans les Alpes calcaires entre Rhône et Aar M. Boussac étudie le Nummulitique nappe par nappe. Dans le jambage renversé de la nappe de Morcles, il distingue de bas en haut :

1° Les marnes d'eau douce noires à *Helix Rutimeyeri* Mayer, *Limnea acuminata* Brong. et *L. Bertschingeri*, Mailard, qui n'existent que localement et représentent le Lutétien ou l'Auversien.

2° Les couches à Cerithes, dans lesquelles les espèces les plus caractéristiques sont :

Septifer Eurydices mut. vapincanus Bous.	Cerithium trochleare mut. Diaboli Brong.
Libitina alpina Math.	Cerithium ancillense Bous.
Cyrena convexa mut. vapincana d'Orb.	» Vivarii mut. alpinum Tourn.
Cyrena Rouyana d'Orb.	Cerithium transalpinum Bous.
Cardium Rouyanum d'Orb.	» plicatum mut. alpinum Tourn.
Meretrix bonnetensis Bous.	» laterostrictum Bous.
» Villanovae Desh.	Natica vapincana d'Orb.
Dentalium Martini Bous.	» Picteti Héb. et Ren.
Calliomphalus Deshayei Héb. et Ren.	Deshayesia alpina Tourn.
Diastoma costellatum mut. alpinum Tourn.	Melongena pyruloïdes mut. bonnetensis. Boussac.

Ces couches correspondent au Bartonien ou Priabonien inférieur.

3° Les calcaires nummulitiques, épais d'environ 200 m., qui contiennent en grande quantité des lithothamnies, des orthophragmines avec *Num. Chavannesi* de la Harpe et *Num. Fabianii* Prever. La faune comprend entre autres : *Leiope-dina Samusi* Pavay, *Cardita Laurae* Brong., *Crassatella chailloensis* Boussac, *Meretrix Villanovae* Desh., *Gobraeus pudicus* Brong., *Tellina granconensis* Oppenh., *Thracia prominensis* Oppenh., *Natica vapincana* d'Orb. Cette faune est nettement priabonienne et les calcaires qui la contiennent doivent appartenir plus spécialement au Bartonien.

4° Les schistes feuilletés du Nummulitique supérieur, qui doivent être classés dans le Priabonien supérieur ou Ludien.

Dans le jambage normal de la nappe de Morcles, les deux niveaux inférieurs ne sont pas représentés, tandis qu'on voit apparaître sur les schistes nummulitiques des grès de Taveyannaz.

Dans le prolongement du pli de Morcles, soit dans le pli du Balmhorn, et dans la zone de la Blümlisalp, de la vallée de Lauterbrunnen, des Scheidegg et de Rosenlauri, on trouve une série nummulitique directement comparable, qui commence souvent par des grès sidérolithiques, comprend les couches marneuses à Cérithes et est formée surtout par des alternances de grès quartzeux à petites nummulites et de calcaires à lithothamnies du Bartonien supérieur; cette série se termine par les schistes fauves du Ludien avec, par places seulement, une couverture de grès de Taveyannaz.

La succession des assises nummulitiques dans la nappe des Diablerets diffère peu de celle de Morcles; le Sidérolitique apparaît souvent à la base, surmonté par ce qu'on a appelé les couches d'eau douce; celles-ci sont formées par un lit marneux à *Chara Helicteres*, un banc calcaire bitumineux à *Limnea longiscata*, *L. pyramidalis*, *L. caudata*, etc... et une couche d'anhracite terreuse; ensuite viennent les couches à Cérithes avec une faune très voisine de celle de Morcles, que recouvrent d'abord une assise de grès quartzeux, puis les calcaires à petites nummulites. Le Ludien est encore schisteux, tandis que le Lattorfien est représenté par le puissant complexe des grès de Taveyannaz.

Dans la nappe du Wildhorn on trouve d'abord, vers son extrémité occidentale, au Praz Doran, une série nummulitique toute semblable à celle des Diablerets, mais bientôt vers l'E les couches à Cérithes disparaissent et, au moins dans les plis les plus externes, le Priabonien, directement transgressif sur l'Urgonien, est seul représenté; il commence par des grès siliceux, et comprend surtout des calcaires alternativement arénacés, plaquetés et compacts, contenant *Num. Fabianii*, *Num. incrassatus* avec des orthophragmines et des lithothamnies et surmontés par les schistes fauves à globigérines.

Vers l'intérieur de la nappe du Wildhorn, la série nummulitique se complète par l'apparition successive de couches auversiennes et lutétiennes; déjà à l'Iffighorn on trouve à la base du Nummulitique une série de couches gréseuses à orthophragmines et petites nummulites, contenant par places des polypiers, qui correspondent aux couches du Niederhorn et du Hohgant et sont auversiennes; d'autre part le faciès des schistes à globigérines envahit en bonne partie le Bartonien au dépens des calcaires à lithothamnies, qui deviennent moins épais. Un peu plus au S, au Niederhorn, les couches gréseuses de la base du Nummulitique, épaisses de 15 à 20

mètres, contiennent *N. striatus*; elles sont séparées des calcaires bartoniens par une zone de marnes foncées contenant diverses espèces de mollusques des couches à Cérithes des Diablerets et correspondant certainement au même niveau que celles-ci. Plus au S encore, au Mittaghorn, l'Auversien débute par des grès calcaires à *Orthophr. discus*, qui passent vers le haut à des grès siliceux à *Num. striatus*; le Bartonnien comprend des calcaires et des grès à petites nummulites et lithothamnies, qui n'en représentent au reste que la partie inférieure. Au Rawyl le Lutétien apparaît à son tour; il est représenté par un banc de grès à *Num. millecaput* et *N. atacicus* et par des calcaires gréseux à *Orth. discus*; les grès auversiens sont remplacés par une épaisse série de schistes fauves; le Priabonien est représenté en entier par les schistes à globigérines, dans lesquels s'intercalent seulement quelques lentilles de calcaires à lithothamnies. Cette série se retrouve avec quelques variations d'importance secondaire dans la région méridionale de la nappe du Wildhorn.

Entre la Simme et la Kander on peut suivre la même transformation du Nummulitique du N au S. A l'E de la Kander par contre, on voit apparaître le Lutétien déjà dans l'Aermighorn, soit près du front de la nappe du Wildhorn, sous la forme de calcaires à gros grains de quartz avec *N. perforatus* et *N. millecaput*, couronnés par un grès glauconieux à nodules de phosphate; l'Auversien est représenté par des grès, semblables à ceux du Niederhorn, qui passent vers le haut à des schistes gréseux et marneux du Priabonien; dans cette dernière série s'intercalent des calcaires foncés à orthophragmines. A l'E du Kienthal le Lutétien manque de nouveau et le Nummulitique se compose essentiellement du puissant complexe gréseux des couches du Hohgant-Niederhorn qui représente l'Auversien et des schistes à globigérines du Priabonien; par contre, un peu plus au S à la Dreispitz on retrouve des calcaires à *N. millecaput* et *O. discus* du Lutétien, associés à des couches glauconieuses et gréseuses, tandis que l'Auversien est représenté par des schistes gréseux fauves, passant vers le haut à des grès du Hohgant.

En résumé, dans les nappes helvétiques de la Suisse occidentale, le Lutétien n'existe que dans la partie méridionale et orientale de la nappe du Wildhorn. L'Auversien ne se trouve que dans la nappe du Wildhorn et comprend un faciès gréseux, septentrional, les grès du Hohgant-Niederhorn et un faciès méridional schisteux; il est caractérisé par l'association d'*O. discus* et *N. striatus*. Le Priabonien existe dans



toutes les nappes ; il débute dans les nappes inférieures par les couches littorales à Cérithes et est formé surtout par les calcaires à lithothamnies et à petites nummulites, puis par les schistes à globigérines ; dans la nappe du Wildhorn les couches à Cérithes ont disparu et les calcaires nummulitiques sont progressivement remplacés par le faciès schisteux à globigérines, qui subsiste seul vers le S. Le Lattorien n'est connu que dans les nappes inférieures, où il prend la forme des grès de Taveyannaz. Ainsi, une transgression progressive du SE au NW s'est manifestée depuis le Lutétien jusque dans le Priabonien et l'on peut distinguer trois zones sédimentaires :

1<sup>o</sup> Une zone méridionale avec Lutétien transgressif, Auversien et Priabonien schisteux, qui s'étend jusqu'à une ligne passant par le Rawyl, l'Aermighorn et le Buchholzkopf.

2<sup>o</sup> Une zone médiane, avec Auversien transgressif et Priabonien encore en partie calcaire et gréseux, qui comprend la région NW de la nappe du Wildhorn, sauf les plis les plus externes de la région de Lauenen-Gsteig.

3<sup>o</sup> Une zone septentrionale caractérisée par son Priabonien transgressif et comportant une épaisse série basale de calcaires, qui comprend les nappes inférieures et l'angle NW de la nappe du Wildhorn.

Le chapitre suivant de M. Boussac est consacré à l'étude du Nummulitique de la série dite autochtone des Alpes de la Suisse centrale et orientale. L'auteur commence par rappeler la découverte de couches à nummulites lutétiennes au-dessus du Flysch des vallées glaronnaises, et l'argument que M. Arn. Heim a voulu en tirer en faveur de l'âge lutétien de l'ensemble de ces formations ; il oppose d'emblée à cette manière de voir l'idée que les couches lutétiennes sont ici en recouvrement mécanique sur un soubassement plus jeune et appartiennent au jambage renversé de la nappe inférieure de Glaris.

M. Boussac développe d'abord cette idée, d'une façon remarquablement claire, à propos de la zone tertiaire qui s'étend de Meiringen à Altorf par le Jochpass et le Surenenpass ; il montre par une série de coupes que dans toute cette zone on trouve sur le Malm autochtone un Nummulitique commençant avec le Priabonien et s'étendant au moins par places jusqu'au Lattorien. Cette série comprend souvent à sa base, sur des grès sidérolithiques, des couches marneuses à cérithes, puis elle se compose de grès et de calcaires gréseux à petites nummulites et de schistes représentant le Ludien ;

elle se termine, lorsqu'elle est complète, par les grès de Taveyannaz lattorfiens. Sur cette série normale se superpose en un chevauchement souvent discordant une série renversée, qui commence vers le bas par un complexe généralement puissant de grès de Taveyannaz, se continue par des schistes ardoisiers tout à fait correspondant à ceux d'Elm, représentant le Priabonien, et par des schistes gréseux fauves à *Orth. discus* de l'Auversien, et qui se termine vers le haut par des couches tantôt plus calcaires, tantôt quartzitiques à *N. millecaput* représentant le Lutétien et intimément liées au Malm renversé sus-jacent.

Dans la région comprise entre Reuss et Linth, M. Boussac a défini très exactement la délimitation de ces deux séries indépendantes du Nummulitique. Il a étudié la série autochtone dans la région des Windgällen, où il a mis en lumière sa transgressivité progressive du S au N. En effet, dans le Nummulitique de Belmonten et de la Grande Windgälle, l'Eocène commence avec l'Auversien, qui est représenté par des grès calcaréo-quartzeux à *Num. striatus*, tandis que le Priabonien est déjà entièrement schisteux et que le Lattorfien est constitué par des grès rappelant ceux de Taveyannaz; dans le pli plus élevé des Faulen, le Lutétien est déjà représenté par des grès à *Num. millecaput*, tandis que le faciès schisteux à globigérines envahit tout l'Auversien et dans le pli supérieur du Griesstock le Lutétien existe également.

Quant à la série renversée, l'auteur l'a suivie depuis le Gruonbach près de Flüelen par le Klausen jusque dans la chaîne du Kammerstock au SW de Linththal. Dans le ravin du Gruonbach, la base de cette série est formée par les conglomérats bien connus, dans lesquels M. Boussac a récolté un galet de calcaire lutétien fossilifère, et qu'il place, en synchronisme avec les grès de Taveyannaz, dans le Lattorfien. Ces conglomérats passent à des grès, puis à des schistes à intercalations gréseuses, et tout le haut de la série est formé par des couches schisteuses rappelant beaucoup le Wildflysch; contenant des lentilles de quartzites vertes et des lits à globigérines, qui semblent représenter l'Auversien et le Lutétien. Au Kammerstock la succession des couches nummulitiques renversées est analogue mais plus caractéristique encore; le Wildflysch y contient, en effet, des assilines avec *Orth. discus*, tandis que les conglomérats lattorfiens sont remplacés par des grès du Flysch avec bancs de grès de Taveyannaz.

A l'E de la Linth, les relations entre la série normale et la série renversée du Nummulitique deviennent très claires, car le synclinal couché qui les relie est conservé soit dans la région du Kistenpass, soit dans celle du Panixer. Le cœur de ce pli est formé par les grès latorfiens, sous lesquels se développe une puissante succession de schistes priaboniens et auversiens, supportée par des calcaires gréseux et glaucוניeux à *N. millecaput*, *N. perforatus*, *As. exponens*, *Orth. discus*. Au-dessus des grès latorfiens la série renversée se suit depuis la région du Kisten, du Panixer et du Vorab, par le versant du Sernftal jusque sous les masses chevauchantes du Verrucano ; elle comprend de bas en haut : 1° les schistes ardoisiers à poissons d'Elm, qui doivent être classés dans l'Auversien ou le Priabonien ; 2° des schistes argileux à globigérines avec bancs calcaires contenant *Num. atacicus*, *N. Partschi*, *As. exponens*, *Orth. Archiaci* ; 3° des schistes du faciès Wildflysch avec *Num. distans*, *N. Murchisoni*, *N. millecaput*, *As. exponens*. Les couches deux et trois représentent évidemment le Lutétien.

Enfin, il est important de constater que vers l'E, dans le Calfeusertal et le versant N du Calanda, le Lutétien de la série normale tend à la fois à s'épaissir rapidement et à devenir de plus en plus schisteux, se rapprochant ainsi du faciès de la série renversée, tandis que l'Auversien est de moins en moins développé.

En résumé, si l'on considère la vaste aire de sédimentation à laquelle correspondent la série autochtone et parautochtone et le jambage renversé de la nappe glaronnaise inférieure, on peut distinguer : 1° une zone externe où le Priabonien est transgressif et où le faciès schisteux n'existe qu'au niveau du Ludien ; 2° une zone où l'Auversien est transgressif et où le faciès schisteux envahit tout le Priabonien ; 3° une zone où le Lutétien est transgressif mais encore peu épais et calcaréogréseux, tandis que le Priabonien et l'Auversien forment une épaisse série schisteuse, enfin, 4° une zone méridionale où le Lutétien prend peu à peu le faciès du Wildflysch et acquiert une puissance considérable. Ces zones sédimentaires coupent les zones tectoniques, sur lesquelles elles empiètent successivement vers le N de l'W à l'E.

Dans un appendice à cet important chapitre, M. Boussac fait ressortir le fait que son interprétation vient d'être confirmée en tous points par les travaux récemment publiés de MM. Oberholzer, Tolwinsky et Blumenthal ; il montre d'autre part à quel point l'hypothèse, proposée par M. Arn. Heim et

d'après laquelle la série renversée du Nummulitique des Alpes glaronnaises serait préalpin, manque absolument de base.

Le chapitre X du livre de M. Boussac est consacré au Nummulitique des nappes helvétiques dans la Suisse centrale et orientale. Après avoir rappelé les travaux antérieurs consacrés à ce sujet, en particulier les remarquables études de Kaufmann, l'auteur examine d'abord le Nummulitique de la nappe la plus inférieure, celle des Diablerets ou de Glaris, dont les dépôts apparaissent au pied du Sigriswylergrat, dans la chaîne de Wageten, au Kapfenberg près de Weesen et au bord du lac de Klöntal.

Au Sigriswylergrat on ne connaît de cette série que des lambeaux de grès de Taveyannaz ; à la Wageten la série comprend : 1° des calcaires glauconieux à *Ass. exponens* et des calcaires plus compacts à *Num. millecaput* et *N. perforatus* évidemment lutétiens ; 2° des schistes marneux dont l'âge reste douteux. Au Kapfenberg les couches à assilines, renversées, reposent sur des schistes à globigérines et dans le soubassement du Glärnisch on retrouve sur le Lutétien des schistes à globigérines peu épais.

La nappe du Mürtschenstock ou de l'Axen possède une série nummulitique qui a été bien étudiée en particulier à Sisikon sur l'Axenstrasse, dans les environs de Glaris et dans le soubassement des Churfürsten ; elle comprend essentiellement le Lutétien, qui est formé de calcaires en partie gréseux et glauconieux avec *As. exponens* et *N. millecaput* et surtout de schistes à globigérines avec bancs nummulitiques. Au Flibach la coupe, étudiée en détail par M. Arn. Heim, est probablement compliquée par la superposition de deux séries indépendantes : l'une, comprenant des calcaires glauconieux et des schistes à globigérines, qui appartient à la nappe du Mürtschenstock ; l'autre, formée de marnes verdâtres avec des calcaires glauconieux, qui rappelle beaucoup les couches bien connues d'Einsiedeln et qui est probablement préalpine.

Dans la nappe du Wildhorn, M. Boussac a étudié d'abord les chaînes qui bordent au N la vallée de l'Aar du Sigriswylergrat au Harder. Il a pu établir ainsi que le Lutétien n'existe que dans les plus méridionales de ces chaînes sous forme de calcaires gréseux et glauconieux à *N. millecaput*. L'Auvervien est représenté au N par les grès du Hohgant, qui comportent plusieurs intercalations richement fossilifères et bien caractéristiques ; vers le S ces grès sont remplacés par une

série de schistes fauves argilo-gréseux, qui subsistent seuls dans la chaîne du Harder. Quant au Priabonien, il se divise vers le N en deux niveaux, les calcaires à lithothamnies et petites nummulites de Ralligen et les schistes à globigérines, tandis que vers le S cet étage devient entièrement schisteux comme l'Auversien. On constate donc ici la même transformation du N au S du Nummulitique que plus au SW. Quant à vouloir faire de toute cette série, comme le propose M. Arn. Heim, du Lutétien, cela est rendu absolument impossible par une étude critique des faunes du niveau des grès de Ralligen.

En suivant le Nummulitique le long des chaînes externes des Ralligstöcke au Pilate, M. Boussac a constaté des transformations progressives vers le NE conformes à celles qui se produisent dans la direction du SE. En effet le Lutétien, absent au Ralligstöcke, ne tarde pas à apparaître, prenant d'abord à la Schrattenfluh la forme de couches glauconieuses et gréseuses peu épaisses à *N. millecaput*, puis s'épaississant et comprenant une série de schistes gréseux fauves, riches en petits foraminifères, les Pectinitenschiefer de Kaufmann; cette série contient jusqu'à son sommet des interstratifications calcaires à grandes nummulites. L'Auversien, qui est formé au SW par les grès du Hohgant, devient aussi schisteux vers le NE et passe latéralement aux schistes fossilifères du Schimberg et aux Stadschiefer; il ne reste que des interstratifications gréseuses rappelant le Hohgantsandstein (Oberer Quarzsandstein de Kaufmann). Le Priabonien, représenté constamment par des schistes à globigérines, n'est plus développé dans le versant S du Pilate.

Dans la zone qui s'étend du bassin de la Melchaa par le S du Bürgenstock jusqu'à la Rigi Hochfluh et aux environs de Schwytz, on trouve une série éogène, dans laquelle, après un développement peu épais de calcaires glauconieux à *Ass. exponens*, commence tout de suite un puissant complexe de schistes; le faciès des Pectinitenschiefer y prédomine, mais à ces schistes gréseux sont associées des couches plus marneuses semblables aux Stadschiefer et des bancs calcaires à grandes Nummulites. Tout cet ensemble doit donc être considéré comme lutétien. Enfin, vers l'E, déjà dans la chaîne des Aubrig, puis dans le synclinal d'Amden et de la Fliegen spitz, le faciès des Pectinitenschiefer cède peu à peu la place à celui du Wildflysch, avec ses schistes à Fucoïdes, ses grès et ses brèches, avec aussi ses intercalations nummulitiques se répétant à divers niveaux. Dans toute cette région aucun

terme supérieur au Lutétien n'est conservé; d'autre part il serait possible qu'une partie du Wildflysch fût préalpine.

Ainsi, en résumé, on peut distinguer dans le domaine de la nappe du Wildhorn, de la Suisse centrale et orientale, cinq zones sédimentaires :

1° Une zone externe où l'Auversien, transgressif, est formé par les grès du Hohgant et où le Priabonien comprend les calcaires à lithothamnies de Ralligen, puis des schistes à globigérines.

2° Une zone où le Lutétien est transgressif, mais peu épais et grésocalcaire; l'Auversien est déjà en partie schisteux; le Priabonien est presque exclusivement formé de schistes à globigérines.

3° Une zone où le Lutétien est épaissi et en partie schistogréseux (Pectinitenschiefer); l'Auversien est schisteux, sauf quelques bancs gréseux et le Priabonien est schisteux.

4° Une zone où le Lutétien comprend jusqu'à 300 m. de schistes à globigérines avec intercalations nummulitiques, tandis que les termes supérieurs manquent.

5° Une zone dans laquelle le Lutétien, seul représenté, prend le faciès du Wildflysch.

De ces cinq zones, les trois premières ont été reconnues d'autre part dans la partie occidentale de la nappe du Wildhorn.

M. Boussac consacre un chapitre spécial au Flysch préalpin; parlant de la zone des Cols, il attribue tous les dépôts du Wildflysch superposés au Priabonien helvétique à la série préalpine; il émet l'hypothèse que l'énorme complexe du Flysch du Niesen pourrait être une série compréhensive, commençant par places déjà au-dessus du Toarcien et se continuant jusque dans l'Eocène; il rappelle le développement du Flysch dans les Préalpes externes, où ces dépôts comprennent, à côté des schistes à Fucoïdes, des grès polygéniques et des conglomérats à éléments cristallins. A propos de la zone synclinale de Habkern-les Schlieren, M. Boussac se rallie à l'opinion généralement soutenue, d'après laquelle le Wildflysch y serait, lui aussi, préalpin; ces couches, d'après quelques nummulites qui y ont été récoltées, comprennent en tous cas le Lutétien et l'Auversien, mais il est probable qu'elles descendent jusque dans le Crétacique et que les alternances de brèches, de grès et de « couches rouges » y sont stratigraphiques. Le Flysch paraît comprendre dans cette zone un terme inférieur, formé de schistes avec des intercalations de « couches rouges », de grès, de quartzites vertes et

de calcaires glauconieux à nummulites, qui représente l'Eocène moyen avec probablement l'Eocène inférieur et le Crétacique supérieur, et un terme supérieur, se composant de grès grossiers très puissants, à petites nummulites par places, les « Schlierensandsteine » ou « Silvanschichten » de Kaufmann, qui doivent appartenir au Priabonien.

A propos de la zone des Klippes et du Flysch subalpins, M. Boussac développe et précise l'idée que le Flysch est à la fois préalpin et lutétien, puis, suivant ces dépôts jusque dans les environs d'Einsiedeln, il montre que les mêmes conclusions s'imposent pour les couches fossilifères bien connues de cette région, dont la riche faune est très caractéristique du Lutétien. M. Boussac dit peu de chose du Flysch des Préalpes médianes et de la nappe de la Brèche, par contre il insiste sur l'appartenance d'une portion importante du complexe des schistes grisons (Prättigau, Basse-Engadine) à l'Eocène. Enfin il résume comme suit les caractères du Flysch de la nappe préalpine inférieure et de la zone des schistes grisons :

Ce Flysch, représenté par une puissante succession de schistes avec des intercalations de grès, de brèches et de calcaires, comprend d'une façon certaine le Lutétien; il doit par places représenter aussi l'Auvervien et même le Priabonien (Schlierensandstein); il n'est pas transgressif mais passe sans limite tranchée à des couches crétaciques ou même jurassiques, en sorte qu'il faut l'envisager comme une série compréhensive mésozoïque-éocène. Il présente des analogies remarquables avec le Flysch de la zone des Aiguilles d'Arve, dont il est le prolongement direct. Des Aiguilles d'Arve jusque dans les Grisons s'étend donc une zone, qui primairesment jalonnait au S la zone de la nappe du Wildhorn et dans laquelle toute lacune a disparu entre le Flysch éocène et son soubassement crétacique.

Les deux chapitres suivants du livre de M. Boussac concernent le Nummulitique de la zone du Flysch austro-bavaroise et des nappes austro-alpines; ils n'intéressent donc qu'indirectement la géologie de la Suisse. Disons seulement que dans la zone de Flysch austro-bavaroise, l'auteur distingue une série inférieure, qui se rattache exactement au Flysch du Säntis, et une série supérieure, qui se développe à partir du Kressenberg vers l'E jusque dans le Wiener Wald et qui, comme le Flysch préalpin, est compréhensive, crétacique-éocène; c'est la série du Wienersandstein.

Dans son chapitre final, M. Boussac développe les conclusions générales de ses longues recherches. Après avoir rap-

pelé les variations que présentent les divers étages de l'Eocène du S au N, il fait ressortir les relations qui existent entre les faunes successives de ces étages. Entre les faunes lutétiennes et auversiennes il n'y a aucune séparation tranchée, tandis que dans le Bartonien alpin apparaissent une série de formes nouvelles, dont quelques-unes sont spéciales aux dépôts littoraux de cet étage, mais dont beaucoup se continuent dans le Ludien et jusque dans l'Oligocène. Parmi les formes immigrées du Priabonien les plus caractéristiques sont : *Num. Fabianii*, les *Clypeaster*, les *Leiopedina*, les *Elenchus*, *Cerithium trocleare*, *Cerithium plicatum* et *C. Vivarii*, etc.... La faune oligocène se distingue de la faune priabonienne en particulier par la disparition des orthophragmines ainsi que de presque toutes les espèces de mollusques datant du Lutétien.

Parlant spécialement de la paléogéographie du Nummulitique et de la distribution des faciès aux divers niveaux de celui-ci, M. Boussac distingue pour chaque étage un faciès de géosynclinal et un faciès côtier. Dans le Lutétien le faciès de géosynclinal est représenté par les marbres en plaquettes de la zone du Briançonnais, par le Flysch calcaire de la zone des Aiguilles d'Arve et par les brèches de la Tarentaise, des nappes préalpines, de la partie orientale de la nappe du Wildhorn-Säntis, des nappes du Mürtschenstock et de Glaris et de la série autochtone des Alpes glaronnaises ; le faciès côtier comprend les grès et calcaires glauconieux du Lutétien transgressif de la nappe du Wildhorn. Au niveau de l'Auversien le faciès de géosynclinal se continue dans les zones du Briançonnais et des Aiguilles d'Arve ; il comprend une partie des brèches de la Tarentaise et en Suisse le Flysch du Niesen et celui du Rigi, tandis que le faciès côtier est représenté par les grès du Niesenhorn et du Hohgant. A l'époque priabonienne le faciès de géosynclinal, sous la forme de schistes marneux, envahit presque toute la nappe du Wildhorn ; le faciès côtier s'étend par contre tout autour du massif du Mercantour, sur la bordure orientale du massif du Pelvoux, puis sur la région des Alpes calcaires de Savoie, sur les nappes de Morcles et des Diablerets et sur l'extrémité ouest de la nappe du Wildhorn.

Enfin à l'époque latorfienne le géosynclinal n'existe plus ; il ne se dépose plus que des grès (grès d'Annot, de Taveyanaz, d'Altdorf, sauf dans une zone des Alpes françaises, où le Latorfien, transgressif, est formé de calcaires, de marnes et de grès.

Ainsi, si l'on cherche à reconstituer l'histoire du géosyn-



clinal nummulitique, on doit admettre d'abord qu'au début de la période la mer était confinée dans une zone qui suivait sur une largeur d'environ 200 kilomètres l'emplacement de la zone des Schistes lustrés. A l'époque du Lutétien supérieur une première transgression se manifeste et la mer envahit tout le territoire de la Suisse orientale jusqu'à la série autochtone, en même temps que la région comprise entre le Mercantour et l'Esterel. La transgression continue dans l'Auverisien, affectant surtout les Alpes occidentales; dans le Priabonien elle s'accroît encore, atteignant même les massifs du Pelvoux, du Mont-Blanc et de l'Aar; puis à l'époque latorfienne l'axe du géosynclinal alpin se soulève et se dessèche en grande partie, tandis que la mer est rejetée dans deux étroits sillons latéraux, l'un correspondant au bord actuel de la nappe de Bavière, l'autre jalonné par la zone des grès d'Annot, Taveyannaz et d'Altdorf.

Ajoutons, pour terminer ce résumé, que le travail de M. Boussac est complété par une série de cartes paléogéographiques fort instructives.

*Oligocène rhénan.* — M. A. BUXTORF (106) a soumis à un nouvel examen détaillé la zone de contact entre le Jurassique et les sables oligocènes, qui passe par les ruines de Rötteln près de Lörrach au NNE de Bâle et se trouve à proximité de la grande flexure de la vallée du Rhin; pour compléter ses observations il a fait opérer une tranchée.

De cette façon M. Buxtorf a pu établir que la série jurassique de Rötteln se compose exclusivement de Jurassique moyen, sur lequel s'appuient les sables oligocènes. La série médiojurassique comprend, de bas en haut :

1<sup>o</sup> Des calcaires riches en Gastéropodes qui représentent la partie supérieure du Hauptrogenstein inférieur (Mumienhorizont).

2<sup>o</sup> Des couches marno-calcaires peu épaisses, représentant les marnes à *Homomyes* ou les couches à *O. acuminata* supérieures des géologues jurassiens.

3<sup>o</sup> Des calcaires oolithiques du Hauptrogenstein supérieur (15 m.).

4<sup>o</sup> Des calcaires spathiques très riches en polypiers, limités à la base par un lit marneux (couches de Movélier).

5<sup>o</sup> Des couches marno-calcaires jaunes (3 à 4 m.) passant vers le haut à des bancs oolithiques (3 m.) et correspondant au niveau à *Park. ferruginea*. Ces couches contiennent :

Cidaris Zschokkei Cot.	Ostrea Marshi Sow.
Holactypus depressus Leske.	Lima cardiiformis Sow.
Echinobrissus clunicularis Llhwyd.	» impressa Mor. et Lyc.
» amplus Desor.	Pecten demissus Phil.
Clypeus altus M. Coy.	» Dewalquei Op.
Rhynchonella obsoleta Sow.	» Bouchardi Op.
» concinna Sow.	Anisocardia nitida Phil.
» spinosa Schl.	Pleuromya angusta Ag.
» varians Schlot.	» decurtata Phil.
Terebratula globata Sow.	» Jurassi Ag.
Zeilleria ornithocephala Sow.	Gresslya abducta Phil.
Ostrea acuminata Sow.	Parkinsonia ferruginea Op.
» Knorri Voltz.	» Parkinsoni Sow.

6° Marnes jaunes à *Rhynch. varians* avec :

Rhynchonella varians Schl.	Ostrea acuminata Sow.
» obsoleta Sow.	Pecten vagans Sow.
» spinosa Schl.	Leda incerta Schlippe.

Les couches oligocènes commencent vers le bas par des conglomérats formés essentiellement de calcaires rauraciens, qui passent rapidement vers le S à une brèche grossière comprenant de très gros blocs de Rauracien; c'est cette brèche qui a été prise par Pfaff pour du Rauracien en place. Vers le haut les éléments de ces dépôts détritiques deviennent de plus en plus fins, en même temps que le Rauracien y est remplacé progressivement par des débris de Hauptrogenstein, en sorte que la partie supérieure de la série est formée de grès calcaires rappelant à première vue les oolithes du Dogger.

Toutes ces couches plongent vers l'E; elles sont coupées, directement au S de la ruine de Rötteln, par une fracture dirigée du NE au SW, mais qui paraît s'incurver assez rapidement de façon à prendre une direction N-S.

*Molasse.* M. W. SCHMIDLE (109) a étudié d'après une abondante collection de galets la composition de l'unique banc de Nagelfluh, qui subsiste au N du lac de Constance, près d'Ueberlingen, dans la partie supérieure de la Molasse marine. Il a constaté ainsi que les éléments constituants de cette couche se répartissent à peu près de la façon suivante :

	Nombre de galets.	% du poids total.
Grès et poudingues du Flysch . . . . .	53,6 %	57,6 %
Calcaires jurassiques . . . . .	5,2 %	7,8 %
Trias et Permien . . . . .	22,4 %	10 %
Roches granitiques . . . . .	6,1 %	16,6 %

A côté de ces éléments principaux la Nagelfluh d'Ueberlingen comprend encore des galets de gneiss, de roches amphiboliques ou pyroxéniques variées, de silex riches en microorganismes, de quartzites; elle ne renferme par contre aucun élément provenant du Crétacique des nappes helvétiques, qui n'était évidemment pas encore découvert à cette époque.

Dans une nouvelle notice consacrée à l'âge des **couches à *Helix sylvana***, M. W. KRANZ (107) a reconnu le fait que les marnes à *Helix* du Randen et du Jura tabulaire, qui ont été souvent confondues avec ce niveau, mais qui sont caractérisées surtout par *Tudora Larteti*, *Helix Renevieri*, *H. Randensis*, sont nettement vindoboniennes et par conséquent plus anciennes que les véritables couches à *H. sylvana*, qui, elles, appartiennent au Miocène supérieur.

Discutant ensuite les opinions émises sur les couches à *H. sylvana* par M. Rollier, M. Kranz montre d'une part que celles-ci ne peuvent nullement être parallélisées avec le niveau des calcaires à hydrobyes du bassin de Mayence, d'autre part qu'elles présentent avec les couches oeningiennes du Hegau et de Schaffhouse une telle analogie faunistique, que le synchronisme des deux formations s'impose. Dans un tableau final, l'auteur propose la classification suivante : le Vindobonien débute dans le canton de Schaffhouse par les molasses marines et comprend ensuite les marnes à *Tudora Larteti* du Jura tabulaire et les couches saumâtres de Schaffhouse et de la Basse Bavière; l'Oeningien comprend dans la Basse Bavière et le Pfänder les couches à *H. sylvana*, dont le niveau se retrouve dans le Hegau et la Schwäbische Alb; il se continue en Souabe par les couches du Hochsträss et les couches de Steinheim à *H. sylvestrina*.

M. L. ROLLIER (108) a apporté encore quelques contributions nouvelles à nos connaissances sur le **Tertiaire et le Quaternaire du Jura central**. Dans une notice il précise à nouveau la distinction qu'il est nécessaire d'établir entre les molasses marines du Burdigalien ou Helvétien s. str. et celles du Vindobonien et il donne la liste suivante des espèces dont il a récolté des fossiles dans les marnes vertes vindoboniennes de la Chaux-de-Fonds :

Sparoïdes molassicus Qu.  
 » umbonatus Mü.  
 Galcocerdo aduncus Ag.  
 Oxyrhina plicatilis Ag.  
 » hastalis Ag.  
 Lamna cuspidata Ag.

Lamna contortidens Ag.  
 » dubia Ag.  
 » reticula Probst.  
 Cancellaria umbilicaris Broc.  
 Natica burdigalensis May. Eym.  
 Scalaria lamellosa Broc.

Scalaria pumicea Broc.	Capsa lacunosa Chemn.
» altilamella May. Eym.	Eastonia rugosa Chemn.
Turritella turris Bast.	Pholas rugosa Broc.
» Doublieri Math.	Venus umbonaria Lam.
Ostrea tegulata Mü.	Tapes vetulus Bast.
Ostrea galloprovincialis Math.	Cardium burdigalinum Lam.
» Doublieri Math.	» multicoatum Broc.
Anomia ehippium Lin.	» Jouanetti Bast.
Pecten Hermannseni Dunk.	Balanus tintinabulum L.
» scabriusculus Math.	Schizaster Scillae Ag.
» pusio Lin.	Psammechinus dubius Ag.

M. Rollier parle ensuite des molasses à galets et à fossiles remaniés du Vindobonien et donne une liste des fossiles albiens remaniés, qui ont été trouvés à ce niveau soit à la Chaux-de-Fonds, soit près du Col des Roches. Il cite en outre un gisement de Grès coquillier existant à Saicourt près de Tavannes et contenant des fossiles remaniés de l'Hauterivien et de l'Albien et il appuie sur une série d'observations l'idée d'une grande extension vers le N du Néocomien et de l'Albien lors des premières transgressions miocènes. Dans les marnes rouges du Vindobonien supérieur ce sont les galets d'Hauterivien et de Valangien qui prédominent de beaucoup, puis dans un poudingue caractéristique qui apparaît au sommet de ces marnes et qui est connu sous le nom de conglomérat praliné on trouve déjà, à côté des galets infracrétaciques, un nombre important de galets suprajurassiques. Enfin dans la gompholite proprement dite du synclinal de la Chaux-de-Fonds et du Locle, que M. Rollier attribue au Miocène supérieur, directement sous-jacent à l'Oeningien, on rencontre surtout des débris, mal arrondis et en partie de grandes dimensions, de Malm supérieur. La composition des niveaux successifs de conglomérats miocènes montre ainsi clairement la destruction progressive des étages du Crétacique moyen et inférieur en commençant par les plus élevés. Pourtant rien ne permet d'admettre des mouvements tectoniques importants survenus dans le Jura avant le dépôt de la Molasse, comme le suppose M. J. Favre; au contraire, tout prouve la grande extension qu'ont prise les marnes vindoboniennes et le calcaire oeningien, qui n'ont pu se déposer que sur des surfaces presque planes.

Dans l'Oeningien on voit s'intercaler aussi des conglomérats, qui sont particulièrement bien développés aux environs de Tramelan et sont formés surtout d'éléments suprajurassiques.

M. Rollier sépare des conglomérats du niveau des marnes

rouges, avec lesquels elle avait été confondue sur la carte des environs du Locle qu'il a publiée avec M. J. Favre, une gompholite qui possède la même composition que ces dépôts, mais s'en distingue par sa beaucoup plus grande épaisseur, sa stratification torrentielle et surtout par le fait qu'elle recouvre en position presque horizontale les couches redressées presque verticalement du Malm et du Tertiaire. Cette formation, qui est particulièrement développée à la Combe-Bichon et au Bois-Jean-Droz appartient probablement au Pléistocène ancien.

Passant aux formations certainement quaternaires, M. Rollier décrit quelques lambeaux de moraines locales wurmiennes; il s'étend surtout sur les alluvions de la vallée du Doubs, qu'il considère comme postglaciaires et cite les moraines wurmiennes de Pierre-Pertuis, qui recouvrent des sables fluvio-glaciaires peut-être rissiens. A propos des dépôts de la glaciation principale, il insiste particulièrement sur les fréquents remaniements qu'ont subis ces formations du fait des glaciers locaux wurmiens.

Dans un court chapitre, M. Rollier signale la découverte faite au sommet du Raimeux, de petits galets de quartzites vindéliens, qui lui paraissent représenter des relictés des conglomérats vindoboniens. Enfin il consacre quelques pages à réfuter l'hypothèse d'un ancien cours du Doubs passant dans le Val de Delémont; il considère au contraire le coude de Sainte-Ursanne comme un trait primordial de ce cours d'eau, déterminé par la tectonique générale de la région; il s'oppose d'autre part à l'idée d'un recul progressif du Saut du Doubs qui, comme l'a montré M. Schardt, a été déterminé par un éboulement.

#### QUATERNAIRE

*Morphogénie et Morphologie quaternaires.* — J'ai cité dans la Revue pour 1911 diverses publications de M. A. LUDWIG, traitant de l'origine des vallées alpines. Le même auteur a consacré en 1912 une nouvelle notice à ce même sujet (123).

Dès le début de son article, M. Ludwig cherche à établir l'impossibilité d'une érosion glaciaire sur le fait de la conservation dans le fond des vallées des formations interglaciaires. Considérant ainsi les vallées alpines comme creusées exclusivement par les cours d'eau, il reconnaît que l'érosion fluviale n'a pas pu créer les vallées immensément larges qu'on suppose, en raccordant avec un même thalweg les tronçons