Sur l'extension de la zone ultrahelvétique en Autriche

Autor(en): **Tercier, J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **29 (1936)**

Heft 1

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-159610

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Sur l'extension de la zone ultrahelvétique en Autriche

par **Jean Tercier,** Fribourg.

Avec 2 planches (XVIII & XIX).

Sommaire.

	Page
Introduction	213
I. La succession zonale dans les Alpes autrichiennes	214
II. La zone helvétique en Autriche	215
III. La zone du Flysch et la zone des klippes en Autriche	218
IV. La zone ultrahelvétique entre Salzbourg et le Rhin	233
V. Le Flysch dans la série ultrahelvétique	235
VI. L'extension des zones helvétique et ultrahelvétique dans les Carpathes	237
VII. Caractère exotique de l'ensemble du géosynclinal ultrahelvétique.	240
VIII. L'extension vers le Sud de la zone ultrahelvétique en Autriche	245
Bibliographie	246

Introduction.

Ce travail ne veut être qu'une introduction, une mise au point de l'état actuel de nos connaissances concernant le Flysch des Alpes orientales en Autriche, par rapport à celui des Alpes occidentales et de la Suisse en particulier. Il garde de ce fait un caractère provisoire indéniable qui le distingue d'un travail synthétique coordonnant d'abondants résultats acquis. Si j'ai jugé bon de le publier dès maintenant, c'est qu'il m'a paru nécessaire de déblayer le plus tôt possible le problème toujours actuel du Flysch, d'un matériel souvent plus encombrant qu'utile. En reprenant en 1934 des travaux dans le Flysch de la Suisse occidentale, travaux interrompus par une assez longue absence à l'étranger, j'ai retrouvé les mêmes problèmes que ceux abordés dès 1922. Et si certaines publications récentes ont apporté des contributions importantes, d'autres me paraissent embrouiller encore davantage la question.

Dans son ensemble le problème du Flysch reste plus stratigraphique que tectonique. Mais la complexité du sujet demande qu'on l'aborde dans des régions pas trop intensément disloquées. Ce n'est certainement pas le cas en Suisse, où le Flysch a subi plus qu'ailleurs les effets des grands charriages alpins. C'est ce qui m'a conduit à considérer de plus près le Flysch des Alpes orientales, spécialement celui de la partie autrichienne. Dans ce segment des Alpes orientales le Flysch est réduit à une zone unique et continue, ce qui laisse entrevoir la possibilité d'aborder plus aisément les différents problèmes que pose cette formation. J'ai fait deux séjours en Autriche, l'un en automne 1934, l'autre au printemps 1935. En consultant la littérature abondante concernant ce Flysch autrichien, en examinant les collections, enfin en parcourant les régions qui m'ont paru les plus importantes, j'ai pu constater que très souvent les divergences portaient sur les noms plus que sur les formations et qu'un même complexe de terrains, helvétique ou ultrahelvétique en Suisse, était qualifié ailleurs d'austro-alpin inférieur ou supérieur. Désigner différemment les mêmes choses est déjà une raison sérieuse de ne jamais s'accorder.

A Vienne j'ai trouvé partout l'accueil le plus cordial, soit à l'Université auprès de MM. les Prof. Fr. E. Suess et L. Kober, soit à la Bundesanstalt, auprès de MM. G. Götzinger et H. Beck, et tout particulièrement au Musée d'histoire naturelle (Hofmuseum) auprès de MM. les Prof. F. X. Schaffer, J. Pia et F. Trauth. Je dois en particulier à M. Trauth des renseignements extrêmement précieux. Enfin, à Bâle où ce travail a été en majeure partie élaboré, j'ai trouvé l'hospitalité la plus généreuse dans l'Institut de M. le Prof. A. Buxtorf que je tiens tout particulièrement à remercier.

I. La succession zonale dans les Alpes autrichiennes.

En allant du bord alpin vers l'intérieur, les géologues autrichiens distinguent, en avant de la masse principale des Alpes calcaires septentrionales, 3 zones d'extension très variée mais généralement bien définies par leurs caractères stratigraphiques. Ce sont:

A. La zone helvétique sensu stricto, c'est-à-dire la zone qui correspond au prolongement, vers l'E, de la région helvétique telle qu'elle est envisagée en Suisse et qui, à partir du Rhin, se poursuit visiblement par le Vorarlberg, l'Allgäu et la Haute Bavière. En Autriche cette zone paraît limitée en surface à la région de Salzbourg.

B. La zone du Flysch, la plus importante et qui forme une bande continue à la marge des nappes constituant les Alpes calcaires septentrionales.

C. La zone des klippes, d'extension plus limitée et qui semble à première vue interposée entre la zone du Flysch et le bord des nappes austro-alpines.

Notons de suite que pour certains géologues la zone du Flysch est encore helvétique, pour d'autres déjà austro-alpine. D'autre part la zone des klippes est souvent incorporée à la masse des Alpes calcaires (nappes de Bavière). Nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de ces interprétations.

C'est avant tout la zone du Flysch et celle des klippes qui sont l'objet de ce travail. Mais pour leur interprétation il est indispensable de préciser brièvement les particularités de la zone helvétique.

II. La zone helvétique en Autriche.

La réduction de la zone helvétique à partir du Rhin vers l'E devient surtout sensible une fois le Grünten dépassé. En Bavière cette zone fragmentée et très limitée en surface est bien connue grâce à d'abondants travaux (HAHN, REIS, BODEN, KOCKEL, RICHTER, LEUCHS, KRAUS, etc.), ce qui me dispense d'insister à son sujet. Elle se réduit d'ailleurs à l'affleurement du Crétacé et du Nummulitique. Les faciès typiquement helvétiques ne dépassent également guère le Grünten, et c'est un fait bien connu que plus à l'E tout le Crétacé accuse un caractère de plus en plus terrigène et des épaisseurs réduites. C'est ainsi que GÜMBEL avait attribué au Flysch des formations qui sont aujourd'hui une partie du Turonien et du Sénonien helvétiques, ce qui indique combien leur faciès est devenu gréseux. Ce sont ces formations que les géologues bavarois et autrichiens désignent généralement sous le nom de «Couches du Nierenthal». Cependant dans leur ensemble les terrains crétacés, et tout particulièrement les formations inférieures au Turonien, marquent une affinité helvétique indéniable et la faune est suffisamment abondante pour permettre des subdivisions stratigraphiques assez précises, bien que plus sommaires que celles établies pour les étages équivalents en Suisse orientale et dans les régions immédiatement voisines, le Vorarlberg et l'Allgäu.

En Autriche on admet généralement que cette zone ne dépasse pas la région N de Salzbourg où elle est représentée par le Crétacé supérieur et le Tertiaire inférieur. En réalité nous allons voir qu'on peut la reconnaître de façon certaine jusqu'à la Traun, au N de Gmunden.

Le Crétacé supérieur du N de Salzbourg (Crétacé du Mattsee).

Déjà FUGGER (lit. 17) et plus tard J. BOUSSAC, ce dernier avec certaines réserves (voir lit. 11, p. 559), ont admis une liaison stratigraphique entre le Crétacé supérieur et le Nummulitique du N de Salzbourg, tandis que la masse du Flysch était considérée comme un

élément différent. Entre la série helvétique et les formations du Flysch une ligne tectonique importante est généralement admise.

Le nom de «Couches du Nierenthal», emprunté à des formations analogues qui affleurent au S de Salzbourg, a été également utilisé pour désigner le Crétacé du N de Salzbourg. Cependant ce Crétacé du N de Salzbourg — appelons-le, pour abréger, Crétacé du Mattsee — est séparé des véritables couches du Nierenthal affleurant au pied de l'Untersberg par toute la zone du Flysch. A première vue, il n'y a aucune liaison stratigraphique apparente entre les vraies couches du Nierenthal telles qu'elles ont été définies par GÜMBEL en 1861 et la série marneuse et gréseuse qui encadre le Nummulitique du Mattsee. Nous verrons toutefois que le Flysch crétacé de Salzbourg est couronné, au moins partiellement, par un complexe de marnes rouges à inocérames dont les analogies vont aussi bien à la série du Mattsee qu'aux couches du Nierenthal.

Il y a peu à dire à propos de ce Crétacé du Mattsee, formé principalement de marnes grises, localement rouges, en alternance avec des grès fins. L'ensemble rappelle passablement les complexes turoniens et sénoniens de la région helvétique sud en Suisse (Leistmergel), bien qu'accusant des faciès plus détritiques.

Le Nummulitique du N de Salzbourg (Nummulitique du Mattsee).

Au N et au NE de Salzbourg la zone nummulitique qui s'étend sur une longueur de plus de 15 kilomètres, à partir de St. Pancraz (E de Laufen sur la Salzach) jusqu'à l'E du Trumersee, est particulièrement bien visible dans les ravins à l'W de l'Ober-Trumersee et à Mattsee même, gisement classique et d'où provient le nom de la zone. Ce Nummulitique est bien connu grâce à sa faune abondante et variée, très analogue à celle du Kressenberg, aux environs de Teissendorf en Bavière. On en trouvera d'ailleurs un bon résumé dans le mémoire de BOUSSAC (lit. 11, p. 555—561). Cette région est actuellement l'objet d'une révision détaillée entreprise par G. GÖTZINGER et qui certainement permettra de mettre au point bien des questions non encore résolues (voir notes préliminaires, lit. 28) Les observations que j'ai pu y faire n'ajoutent rien d'essentiel à ce qui est déjà connu. Il est toutefois un point qu'il importe de mentionner. C'est l'existence, dans la série nummulitique, de grès assez grossiers, à ciment calcaire et contenant, là où la roche est particulièrement grossière, de petits galets de roches exotiques. Ce fait indique de suite une affinité indéniable avec le Flysch exotique qui affleure un peu plus au S et dans lequel on connaît divers horizons de brèches et de conglomérats polygéniques, à éléments exotiques (lit. 14). L'existence de lentilles assez considérables de lignite prouve en outre le caractère très côtier de ce Tertiaire inférieur.

Selon J. BOUSSAC, l'âge du Nummulitique du Mattsee est lutétien. Il est probable qu'une révision de la faune et une étude détaillée des horizons lithologiques permettront une stratigraphie plus précise, dans le sens de celle obtenue par M. SCHLOSSER pour le Kressenberg, où la présence du Paléocène a été reconnue sous le Lutétien (lit. 71).

La série du Crétacé et du Nummulitique du Mattsee est très redressée et paraît être disposée en plusieures écailles successives, coupées par des décrochements latéraux. Dans la région de St. Pancraz, il y aurait peut-être, selon GÖTZINGER, participation de la Molasse à cette imbrication.

L'extension de la zone helvétique à l'E de Salzbourg.

Le chevauchement assez considérable de la zone du Flysch, joint à l'abondance des dépôts quaternaires, explique la presque totale disparition en surface de la région helvétique à l'E du Mattsee. En outre le phénomène de la réduction primitive de cette région, réduction déjà si sensible en Bavière, se poursuit très certainement ici. Toutefois, près de Gmunden la zone réapparaît sur un court espace. C'est là une constatation qu'il importe de souligner, car elle a jusqu'ici passé inaperçue, quoique les affleurements qui la caractérisent soient connus depuis longtemps. Il est vrai qu'ils sont très restreints. On les observe à quelques km au N de Gmunden, de part et d'autre de la Traun. Celui d'Oberweis, sur la rive droite de la rivière, a fourni une faune assez abondante (voir liste dans FUGGER, lit. 19, p. 345). L'autre affleurement, près de Ohlsdorf, sur la rive gauche de la Traun, également connu par d'anciennes descriptions, n'a pas été retrouvé par FUGGER en 1903, lors de l'établissement de la carte géologique au 1 : 75.000. Il est cependant encore visible maintenant bien que passablement enseveli sous les débris des terrasses glaciaires. Il s'agit de quelques bancs assez épais mais partiellement tassés qui affleurent vers le bas du ravin de Ohlsdorf[1]). Le calcaire à lithothamnies qui les constitue contient une faune abondante de nummulites, d'orbitoïdes et d'operculines dont la détermination reste à faire. Des débris de bivalves et quelques dents de poissons forment le restant de cette petite faune.

A cause de l'abondance du terrain glaciaire qui cache presque partout la roche en place et de l'état médiocre des quelques affleurements encore visibles, il est difficile de préciser les conditions tectoniques régissant cette région. Cependant on observe de façon certaine au-dessus du Nummulitique de Ohlsdorf, du Flysch crétacé formé ici de schistes marneux à fucoïdes et de calcaires marneux et

---

[1]) L'affleurement est immédiatement au N du ravin principal venant de Ohlsdorf, derrière un petit chalet situé à la lisière de la forêt et qui est indiqué sur la nouvelle carte topographique 1:50000 (N° 66, édition 1929).

gréseux, analogues au Flysch crétacé de la carrière de Pinsdorf, à l'W même de la ville de Gmunden. Le fait du chevauchement du Flysch crétacé sur le Nummulitique est d'ailleurs confirmé par la position plus méridionale de l'affleurement nummulitique d'Oberweis. On constate donc au N de Gmunden exactement les mêmes conditions stratigraphiques et tectoniques qu'au N de Salzbourg, avec cette seule différence que la zone helvétique y est infiniment plus réduite.

A l'E de Gmunden on ne connaît par contre aucun affleurement certain susceptible d'être attribué à la zone helvétique. Et des communications préliminaires de H. VETTERS sur la région à l'W immédiat du Wienerwald, de part et d'autre de Scheibbs (lit. 92), signalent l'existence du Schlier sous la masse de chevauchement ultrahelvétique, composée ici presque exclusivement de Flysch. Les marnes à *Meletta* qui composent ce niveau inférieur de la Molasse (Stampien inférieur) affleurent dans le fond des vallées ou en fenêtre jusque près du bord interne de la zone du Flysch. On ne peut dès lors plus guère parler ici de zone helvétique. En tous cas elle se confond ici avec la zone molassique subalpine.

Ce n'est qu'au delà du Danube, dans la zone du Waschberg, qu'on retrouve à la surface des terrains analogues à la zone helvétique du Mattsee et de Gmunden. Nous en reparlerons plus loin.

Caractère tectonique de la zone helvétique en Autriche.

Une disposition en nappes des sédiments helvétiques telles qu'on la connaît en Suisse n'existe pas en Autriche, où la zone très réduite se confond de plus en plus avec le bord molassique subalpin. Tout au plus y observe-t-on un écaillement du bord helvétique, dans le sens de celui qui affecte la région subalpine de la Suisse, à la marge des nappes alpines.

III. La zone du Flysch et la zone des klippes en Autriche.

Aperçu sur les diverses interprétations.

Si l'on est généralement d'accord pour attribuer la région crétacée et nummulitique du Mattsee à la zone helvétique, par contre il y a un désaccord considérable quant à l'attribution du Flysch d'Autriche à une zone déterminée des Alpes.

Pour certains géologues ce Flysch serait helvétique, pour d'autres ultrahelvétique, pour d'autres pennique, austro-alpin inférieur, austro-alpin supérieur, pour d'autres enfin un mélange de plusieurs zones. On voit que presque toutes les possibilités ont été épuisées.

Puis de nouvelles divergences interviennent lorsqu'il s'agit de préciser les relations de ce Flysch avec la zone des klippes, constituée

principalement par des formations mésozoïques, le plus souvent jurassiques, réparties en petites masses irrégulières, dans des conditions tectoniques toujours difficiles à préciser. Généralement cette troisième zone alpine est considérée comme un élément nettement distinct de la zone précédente de Flysch.

Pour les interprétations du Flysch autrichien antérieures à 1912 je renvoie au livre de BOUSSAC (lit. 11) qui contient tout l'essentiel. BOUSSAC lui-même rattache la majeure partie du Flysch du Vorarlberg et de la Bavière à la zone helvétique, tout en admettant la présence parmi ce Flysch d'éléments préalpins. Par contre il attribue le Flysch autrichien à partir de Salzbourg aux Préalpes inférieures (loc. cit. p. 548), donc à ce qu'on nomme aujourd'hui la zone ultrahelvétique.

En 1914 paraît le travail de R. JAEGER sur le Flysch du Wienerwald (lit. 39) qui contient beaucoup de faits nouveaux et reste encore l'une des bases sérieuses pour l'étude du Flysch des environs de Vienne. Mais l'auteur se garde de toute vue d'ensemble sur ce Flysch par rapport aux régions voisines.

En 1920 K. FRIEDL publie un travail important (lit. 15), un peu en reprise de celui de JAEGER, mais avec des interprétations tectoniques assez nouvelles sur lesquelles il importe de s'arrêter un peu, car elles ont été largement utilisées dans la suite. Se basant sur des différences de faciès dans les trois niveaux du Flysch (Flysch néocomien, Flysch crétacé supérieur, Flysch éocène), reprenant en outre en la précisant une division en 2 zones tectoniques déjà esquissée en 1914 par L. KOBER, FRIEDL distingue dans le Flysch du Wienerwald deux nappes, l'une externe, qu'il appelle nappe de Greifenstein, l'autre interne, la nappe du Wienerwald. Une troisième nappe, plus méridionale, la nappe des klippes, qui correspond en gros à la zone précédemment citée des klippes, apparaît sous forme de lambeau de recouvrement sur la nappe du Wienerwald.

Dès 1921, F. TRAUTH qui s'est spécialement occupé de la zone des klippes, désigne l'ensemble du Flysch du Wienerwald du nom de «ultrahelvetische Flyschdecke» (lit. 86). Bien que considérant la zone des klippes comme une unité tectonqiue indépendante de la zone du Flysch, il la désigne toutefois sous le nom de «südultrahelvetisch» (loc. cit. p. 146), ce qui la différencie considérablement des unités austro-alpines qui lui font suite, nappe de Frankenfels et nappe de Lunz, habituellement attribuées au groupe inférieur des nappes austro-alpines supérieures.

Pour R. STAUB (lit. 78, p. 25—26) le Flysch austro-bavarois est une zone complexe dans laquelle apparaissent non seulement des éléments helvétiques et austro-alpins, mais aussi des parties ultrahelvétiques et peut-être penniques. Cependant STAUB est enclin à admettre une prédominance du caractère helvétique, et c'est ainsi que ce Flysch est représenté sur sa carte tectonique. A ce Flysch

essentiellement helvétique fait suite la zone des klippes qui pour STAUB est typiquement austro-alpine inférieure (loc. cit. p. 203—204).

M. RICHTER, qui se base surtout pour son interprétation du Flysch d'Autriche sur celui du Vorarlberg et de l'Allgäu, a distingué pendant longtemps un Flysch helvétique d'un Flysch austro-alpin qui aurait commencé en Bavière, à partir de l'Iller et auquel appartiendrait tout le Flysch autrichien (lit. 60, 61, 62). Récemment cependant il range l'ensemble du Flysch dans le domaine austro-alpin (lit. 65). Pour RICHTER, tout le Flysch serait autochtone. Et contrairement à l'opinion de TRAUTH, il attribue également à la zone des klippes une origine austro-alpine (lit. 64).

Une opinion assez semblable est partagée par W. DEL-NEGRO dans deux courtes notices (lit. 12, 13), dans lesquelles cet auteur s'efforce d'établir une origine austro-alpine inférieure pour le Flysch. Pour lui la zone du Flysch et celles des klippes sont grisonides. En outre ces deux zones seraient autochtones.

L'autochtonie de ces zones est également admise dans certains travaux récents de L. KOBER (lit. 41). Mais pour KOBER le Flysch n'est pas austro-alpin mais helvétique.

L'interprétation de FR. E. SUESS (lit. 79) est voisine de celle de DEL-NEGRO. Le Flysch est d'origine austro-alpine inférieure et il se trouve plus ou moins en place (autochtone ou parautochtone).

Les travaux de E. KRAUS sont généralement à l'opposé de ceux de RICHTER (lit. 46 à 51). S'appuyant sur le Flysch situé à l'E du Rhin, dans lequel il a établi diverses unités tectoniques, KRAUS s'efforce de les retrouver à travers tout le Flysch de la Bavière et de l'Autriche. Ses conclusions sur le Flysch autrichien, basées en ce qui concerne le Wienerwald en particulier sur les travaux de FRIEDL, antérieurs à 1930, le conduisent à séparer très nettement la zone du Flysch de celle des klippes. Mais reprenant l'hypothèse émise dès 1911 par J. BOUSSAC, il insiste sur le caractère ultrahelvétique de la masse principale de Flysch.

La zone des klippes en tant que soubassement normal du Flysch.

La présence de débris cristallins et de blocs exotiques dans le Flysch a conduit fréquemment les géologues autrichiens à admettre un repos, stratigraphique selon les uns, tectonique selon d'autres, du Flysch principal sur un soubassement cristallin. Toutefois, partout où l'on atteint les horizons profonds du Flysch, ce ne sont pas des complexes cristallins qui affleurent, mais toujours des terrains fossilifères appartenant presque exclusivement à la série des calcaires à *Aptychus* du Jurassique supérieur et du Néocomien. Aussi bien dans la zone du Flysch que dans celle des klippes nous verrons que ces calcaires sont liés par des passages au faciès du Flysch par l'intermédiaire du Flysch néocomien. Il semble donc y avoir entre la série

des klippes et celle du Flysch une succession verticale continue et qui reste à peu près la même depuis le bord molassique jusqu'à la marge des nappes calcaires des Alpes septentrionales.

D'autre part il semble bien qu'il n'existe entre le «Klippenflysch» et le Flysch principal aucune différence essentielle qui permette une distinction réelle.

L'exiguité ou même l'absence sur de longs espaces d'affleurements des séries inférieures au Flysch sur le bord externe du Flysch ou au milieu de sa masse est le résultat de phénomènes tectoniques aisément concevables. Lors de la poussée alpine qui a déterminé le chevauchement des sédiments ultrahelvétiques vers la région helvétique et le socle molassique, les couches supérieures et très puissantes du Flysch ont débordé facilement ces obstacles grâce à leur plasticité alors que les séries jurassiques peu épaisses restaient en arrière. Localement seulement, ces calcaires ont accompagné le Flysch qui forme aujourd'hui le bord le plus externe des Alpes. Mais plus on se dirige vers le S, mieux aussi apparaissent les affleurements de roches sous-jacentes au Flysch.

Ce phénomène a d'ailleurs été reconnu par certains géologues. C'est ainsi que H. VETTERS écrit en 1927 «Die Juraklippen sind dann als aufgeschürfte Partien des Flyschuntergrundes anzusehen» (lit. 91, p. 277).

Remarquons de suite que de semblables conditions tectoniques sont la règle sur tout le bord des nappes ultrahelvétiques de la Suisse. Pour prendre un exemple qui m'est particulièrement familier, les lames jurassiques du bord externe de la Berra, bien que très réduites, appartiennent à la même unité tectonique que celle qui a fourni les lames mieux développées de la partie méridionale. D'ailleurs, suivant l'intensité des dislocations, suivant aussi les effets de l'érosion, le soubassement mésozoïque des unités ultrahelvétiques est parfois nettement représenté sur le bord externe (zone mésozoïque de la Veveyse). Mais là où le Flysch est particulièrement épais, par exemple dans les régions d'ennoyage, ce soubassement peut, comme en Autriche, se trouver presque totalement caché sous la masse du Flysch sus-jacent.

Caractère ultrahelvétique de la série des klippes sensu stricto.

Jurassique.

L'analogie des faciès et des faunes de la série jurassique formant les « klippes autrichiennes » avec les formations ultrahelvétiques de la Suisse a été depuis longtemps mise en évidence par F. TRAUTH (lit. 86). Il est cependant nécessaire de noter que cette analogie, TRAUTH ne la limite pas aux seules unités préalpines inférieures, mais l'étend aux formations des Préalpes médianes. C'est là un

point intéressant à noter, d'autant plus qu'aujourd'hui la position « austro-alpine » de cette nappe est sérieusement remise en discussion (voir HAUG, lit. 36, également les travaux récents de GIGNOUX et MORET).

Mais dans l'ensemble c'est surtout avec les Préalpes inférieure qu'on constate les plus grandes ressemblances. J'ai pu m'en assurer en parcourant la zone des klippes, également par l'examen du matériel lithologique et paléontologique déposé au Musée d'Histoire naturelle de Vienne et que m'a montré très obligeamment M. TRAUTH.

Evidemment des conditions analogues de sédimentation peuvent se reproduire dans diverses zones de dépôts. Les changements locaux de faciès s'expliquent aisément si l'on tient compte de la grande distance séparant la région ultrahelvétique de la Suisse de celle d'Autriche. Nous allons voir que des changements considérables existent réellement à partir du Crétacé. Mais pour le Jurassique il y a presque identité de dépôts et de faunes. Et fait important, essentiel même pour comparer des régions situées à de grandes distances: le matériel exotique qui apparaît localement soit en Suisse, soit en Autriche, est exactement de même nature.

Cas du Trias.

Le Trias de la zone des klippes serait limité, selon F. TRAUTH, aux couches de Kössen représentant le Rhétien (lit. 88). Ces mêmes couches se retrouvent dans la nappe de Frankenfels, mais ici en liaison avec le niveau de la dolomie principale qui différencierait ainsi le Trias de la nappe de Frankenfels de celui de la « nappe des klippes ». Et c'est ainsi que tous les affleurements de dolomie qui surgissent au milieu de la zone de Flysch de part et d'autre de Waidhofen sont interprétés par TRAUTH comme des lambeaux de recouvrement, alors que lorsque la série mésozoïque débute avec le Rhétien ou le Lias ou un étage encore plus récent, elle est considérée comme appartenant au soubassement du Flysch (voir à ce propos les coupes géologiques dans lit. 87). L'étude des « klippes triasiques » de Neustift (W de Waidhofen) et de celles plus abondantes au N de Ybbsitz, m'incline à les interpréter de la même manière que les affleurements de Jurassiques. Les soi-disant « klippes triasiques » se présentent dans des conditions tectoniques absolument semblables à celles des « lames » jurassiques et comme ces dernières, elles ne peuvent provenir que du soubassement du Flysch. D'ailleurs très souvent ce Trias est surmonté de niveaux jurassiques, couches de Gresten, calcaire compact ou bréchoïde à *Aptychus*, etc., absolument identiques au Lias ou au Malm des « lames » voisines. Et pour reprendre une comparaison avec la zone ultrahelvétique en Suisse, ce soi-disant Trias n'est pas plus « austro-alpin » que le Trias qui affleure à bien des endroits

dans les nappes ultrahelvétiques de la Suisse. Il s'agit, du moins en ce qui concerne les environs de Waidhofen, de complexes assez réduits de dolomie, de calcaire dolomitique bréchoïde et de corgneule en tous points analogues au Trias «ultrahelvétique» du Gurnigel dans la zone externe des Préalpes ou de celui plus répandu de la zone des cols (zone interne).

La liaison stratigraphique entre la série des klippes et le Flysch: Le Flysch néocomien.

a) Entre Vienne et l'Ybbs.

Le Flysch néocomien ou Flysch crétacé inférieur n'a été pendant longtemps connu que dans la région externe du Wienerwald. Les limites de la zone étroite que constitue ce terme inférieur du Flysch à la marge de la région molassique, à partir de St. Andrä-Wolfpassing, varient beaucoup avec les géologues (STUR, PAUL, JAEGER, FRIEDL), ceci surtout à cause de l'état très médiocre des affleurements. Récemment H. VETTERS a signalé de façon certaine l'existence du Flysch néocomien à l'W du Wienerwald, entre la Traisen et l'Ybbs (lit. 92).

Sa signification est d'importance toute particulière car c'est par l'intermédiaire de ce Flysch que se fait la liaison stratigraphique entre la série jurassique des klippes à sédimentation essentiellement cyclique, et le Flysch où prédomine la sédimentation orogénique (ARBENZ, lit. 7).

Les caractères lithologiques de ce Flysch sont assez particuliers, car à côté de roches à faciès Flysch, alternances répétées de grès quartzeux et glauconieux, d'arkoses grossières, de calcaires marneux et de schistes bariolés, on observe des roches rappelant absolument les faciès propres à la zone des klippes, en particulier des calcaires compacts clairs contenant des *Aptychus* et des bélemnites, tout comme les roches des étages du Tithonique-Valanginien des klippes. Ces mêmes fossiles apparaissent localement dans certains grès du Flysch.

Il semble donc, à première vue, que ce Flysch néocomien contienne des éléments disparates, les calcaires et les marnes à *Aptychus* représentant la série la plus supérieure des klippes, la série gréso-marneuse à *Aptychus*, l'élément transgressif marquant le début dans le Crétacé de la sédimentation propre au Flysch. Ceci est vrai dans bien des cas. Mais il en est d'autres où l'on observe une véritable intrication des deux faciès, le Flysch ne se dégageant que progressivement de la série inférieure des calcaires et des marnes. C'est tout particulièrement le cas de part et d'autre de Scheibbs, où VETTERS a mentionné l'existence à plusieurs endroits de répétitions de calcaires à *Aptychus* dans la série du Flysch néocomien (lit. 92).

b) Le Flysch néocomien de la « zone externe des klippes » du Wienerwald.

On sait qu'au N de la « zone interne des klippes » qui, près de Vienne, marque le début vers l'E de la zone principale des klippes (Ober St. Veit, Lainzer Tiergarten, etc.) on a distingué une « zone externe » qui, débutant au NW de Vienne près de Nussdorf-Grinzing (Salmannsdorf), se poursuit de façon assez distincte à l'intérieur du Wienerwald, jusqu'à la Gölsen. Il importe de noter qu'il ne s'agit nullement d'une zone continue mais d'une succession souvent interrompue et très irrégulière de petits affleurements disséminés au milieu de la masse du Flysch et dont les principaux seulement sont marqués sur la carte géologique de FRIEDL (lit. 15) et sur celle plus répandue des environs de Vienne, éditée en 1928 et d'ailleurs basée en ce qui concerne le Flysch surtout sur les données de FRIEDL. Depuis lors, de nouveaux pointements de roches jurassiques ont été découverts à la suite de recherches de GÖTZINGER & BECKER (lit. 33 et renseignement oral). P. SOLOMONICA également a signalé la présence nouvelle de « klippes » situées un peu en dehors de la « zone » principale (lit. 75).

L'interprétation de cette « zone externe » a bien varié.

Dans le travail de FRIEDL de 1921 (lit. 15), ces « klippes externes », associées à la « Seichtwasserkreide », sont considérées comme des lambeaux de recouvrement nageant sur la masse principale du Flysch formée ici par les couches à inocérames et le grès glauconieux de la « Wienerwald-Decke ».

Les travaux déjà cités de GÖTZINGER & BECKER conduisent à une toute autre interprétation. La « Seichtwasserkreide » ne serait pas une formation étrangère au Flysch, mais lui appartiendrait en propre. Une superposition tectonique de ce complexe sur le Flysch principal ne serait dès lors plus concevable. FRIEDL d'ailleurs, dans une nouvelle publication (lit. 16), s'est rangé à cette manière de voir et, dans une coupe rectifiée, on voit la « Seichtwasserkreide » se confondre plus ou moins avec les « Couches à inocérames ». Quant aux klippes calcaires, elles sont interprétées comme des écailles provenant de la profondeur et perçant la couverture de Flysch.

Pour GÖTZINGER & BECKER, la majeure partie de cette « zone externe », la « Hauptklippenzone », serait constituée par du Flysch néocomien (« Hüllschiefer ») associé à des calcaires et des marnes du Tithonique-Valanginien. Et la même difficulté que dans la zone bordière du Wienerwald, pour séparer le Flysch néocomien de la série des klippes du Tithonique-Valanginien, indique aussi un passage progressif vers le faciès Flysch.

c) Flysch néocomien dans la « zone des klippes ».

Le Flysch néocomien réapparaît dans la zone des klippes proprement dite, bien que jusqu'à présent on ne l'aie pas effectivement signalé. J'ai pu le constater entre Waidhofen et Ybbsitz, au N de Gstadt, puis à l'W de Waidhofen, dans les ravins aux abords de Neustift, où des calcaires clairs à bélemnites du Tithonique-Valanginien sont accompagnés de marnes, de grès et de calcaires marneux foncés, analogues à ceux qu'on observe dans le Flysch néocomien de la zone bordière du Wienerwald. Je n'y ai pas trouvé de fossiles mais dans le haut Pechgraben, P. SOLOMONICA a signalé des roches identiques contenant des grès à *Aptychus* (lit. 74). Il est certain qu'une étude systématique du Flysch de la zone des klippes permettra de multiplier de telles constatations. Mais ces premières observations semblent nettement confirmer la superposition stratigraphique du Flysch des klippes sur la série jurassique, superposition d'ailleurs admise par les géologues autrichiens. Cependant ces mêmes géologues, en différenciant le « Flysch principal » du Flysch des klippes désigné comme « Klippenhülle », établissent une distinction qui n'existe pas. Je reviendrai tout à l'heure sur ce point, essentiel dans le problème du Flysch ultrahelvétique.

Le caractère compréhensif du Flysch crétacé en Autriche.

Le Flysch crétacé qui succède au Flysch néocomien et qui constitue la majeure partie de la zone du Flysch en Autriche embrasse probablement tout le Crétacé supérieur, sans qu'il soit possible dans cet ensemble très puissant et très monotone d'établir des divisions en étages ou groupes d'étages. Même dans le Wienerwald où l'étude du Flysch a été le plus activement poussée, les subdivisions ne portent pas sur les étages mais uniquement sur la répartition des faciès du N au S, permettant de reconnaître un approfondissement de l'avant-fosse alpine à partir de son bord le plus externe, où règnent des faciès assez grossiers (« Altlengbacher Schichten » de GÖTZINGER correspondant plus ou moins aux « Orbitoiden-Schichten » de FRIEDL), vers l'intérieur des Alpes où dominent les schistes (« Kahlenberg-Schichten » de GÖTZINGER, assez analogues aux « Couches à inocérames » de FRIEDL et qui paraissent contenir aussi la majeure partie de la « Seichtwasserkreide » de JAEGER et FRIEDL).

Paléontologiquement il est cependant important de noter que jusqu'à maintenant seuls les étages supérieurs du Crétacé (Cénomanien ? — Turonien — Sénonien) ont été reconnus de façon certaine grâce à d'assez abondants inocérames accompagnés de quelques grands foraminifères et de mollusques généralement mal conservés. En particulier l'absence d'Orbitolines mérite d'être signalée.

On a parfois cru reconnaître dans les brèches et les conglomérats du Flysch les éléments d'un niveau de base du Crétacé supérieur.

L'existence de plusieurs niveaux successifs de conglomérats, en particuliers dans la région à l'E de Salzbourg (FUGGER, lit. 17) indique plutôt qu'il s'agit de simples récurrences de faciès. Il en est de même pour les conglomérats qu'on observe de part et d'autre du Traunsee. Le conglomérat du Kollmannsberg, sur la rive gauche du Traunsee (lit. 18, 19 et lit. 23, 25) est nettement interstratifié dans le Flysch crétacé supérieur qui apparaît dans les ravins voisins du l'affleurement principal. C'est probablement le même cas avec les conglomérats situés à l'E du Traunsee et connus par les descriptions de O. ABEL (lit 3) et G. GEYER (lit. 21 à 25), quoiqu'il ne m'ait pas été possible de constater ici leur interstratification à cause du mauvais état des affleurements. Par contre dans la région Weyer-Neustift-Konradsheim-Waidhofen, puis, à l'E de Waidhofen, dans la zone qui s'étend du N d'Ybbsitz vers Gresten, j'ai noté à divers endroits des conglomérats nettement intercalés dans la série du Flysch. Certains de ces affleurements sont rattachés par les géologues autrichiens au Flysch nummulitique. Cependant, à l'exception d'un seul affleurement, celui de Grub, à quelques kilomètres à l'E de Waidhofen, dans lequel une petite faune a déjà été signalée autrefois, je n'ai nulle part observé dans ces roches une faune permettant de fixer de façon certaine leur âge. On est dès lors réduit à considérer leur mode de gisement et leur situation respective par rapport au Flysch crétacé ou tertiaire. Dans la majeure partie des cas il s'agit d'intercalations dans le Flysch crétacé. C'est ainsi que dans le haut Urlbachthal (NW de Ybbsitz) j'ai trouvé dans des marnes gréseuses peu éloignées d'un banc de conglomérat, des fragments d'inocérames. Même observation dans le haut Aurachthal, à l'W du Traunsee. F. TRAUTH également, qui, dans des travaux antérieurs (lit. 87), avait attribué les brèches polygéniques de la région d'Ybbsitz à l'Eocène, incline récemment à voir en ces roches des éléments du Flysch crétacé (lit. 90).

Quant à l'affirmation de P. SOLOMONICA (lit. 77, p. 77), selon laquelle les conglomérats caractériseraient le Flysch des klippes et manqueraient dans le Flysch de la zone principale, il est bon de remarquer qu'elle n'est réalisée ni dans la région à l'W de Waidhofen, où de nombreux bancs de conglomérats s'intercalent dans la série du Flysch principal (Urlbachthal), ni dans la région de Salzbourg, où l'on connaît plusieurs niveaux de ces roches (FUGGER, DEL NEGRO, lit. 14).

Sur l'inexistence d'un Flysch particulier à la zone des klippes (« Klippenflysch »).

L'interprétation de la « zone des klippes » en tant qu'unité tectonique différente de la « zone du Flysch » a conduit les géologues autrichiens a distinguer du Flysch principal situé au N, le Flysch

superposé normalement à la série Tithonique-Valanginien. Ce dernier est généralement désigné comme « Klippenflysch » ou « Klippenhülle ». Cette distinction de deux Flysch apparaît bien nettement dans certaines interprétations tectoniques de la région de Vienne. C'est ainsi que FRIEDL, dans son travail de 1930, considère la zone des « klippes internes » du Wienerwald surmonté de Flysch crétacé comme une masse de recouvrement en superposition sur le Flysch principal (lit. 16). Une interprétation assez analogue est donnée en 1928 par F. TRAUTH dans sa coupe géologique de la région du Lainzer Tiergarten (lit. 88). Enfin en 1934, P. SOLOMONICA a donné de la région de la chaîne du Höllenstein un profil schématique montrant la superposition de la « Flyschklippendecke » sur le Flysch principal (lit. 77).

M. RICHTER en 1929 déjà a souligné avec raison (lit. 64), qu'aucune ligne tectonique particulière ne séparait le Flysch des klippes de celui de la zone principale. Cela devient évident si l'on admet, comme tente de le démontrer tout ce travail, l'existence sous le Flysch principal de la série mésozoïque des klippes, qui d'ailleurs affleure soit dans la « zone externe » des klippes du Wienerwald, soit le long du bord marginal lui-même. Il y a d'autre part l'impossibilité de séparer réellement sur le terrain le Flysch principal du Flysch surmontant la série jurassique des klippes. J'ai pu m'en rendre compte en particulier dans la région du Waidhofen, où les deux Flysch voisinent et offrent des successions assez continues: il s'agit exactement des mêmes séries lithologiques et paléontologiques. Il semble qu'il en soit de même à l'W de la Traisen, où E. VETTERS signale la difficulté, sinon l'impossibilité de délimiter les soi-disant deux Flysch (lit. 92).

La transgression des marnes sénoniennes dans le domaine du Flysch d'Autriche.

Les couches de Gosau, en particulier celles du bord marginal des Alpes calcaires septentrionales, sont généralement surmontées par un complexe gréso-marneux à *Belemnitella mucronata*. Au pied de l'Untersberg, au S même de Salzbourg, ces couches constituent la série-type des « Couches du Nierenthal ». On a vu précédemment (p. 216), que par analogie de faciès et de faune, le terme de couches du Nierenthal a été également attribué à la série sénonienne du bord helvétique, qui, au N de Salzbourg, est représentée par le Crétacé du Mattsee. Or, dans la masse même du Flysch autrichien, on retrouve des complexes identiques.

C'est tout particulièrement FUGGER qui a signalé dans la zone à l'E de Salzbourg la présence de marnes rougeâtres et grisâtres qui paraissent former des niveaux assez constants. Ces roches se présentent généralement dans des conditions tectoniques compliquées, souvent en association avec des roches nummulitiques et des brèches. D'autres affleurements ont été également décrits en 1907 par A. KÖNIG,

de part et d'autre de l'Attersee (lit. 45). Ces roches sont pareillement mentionnées par RICHTER et KRAUS. On les observe aussi assez fréquemment dans le Flysch de Bavière. Par contre dans la Basse Autriche et le Wienerwald, elles ne paraissent pas former un niveau défini et semblent se réduire à des alternances de schistes rougeâtres dans le Flysch à inocérames.

Le faciès assez particulier de ces marnes et leur ressemblance avec les couches du Nierenthal ont conduit certains géologues à les considérer comme un niveau étranger au Flysch. Pour M. RICHTER, il s'agirait de terrains helvétiques, même lorsqu'elles affleurent dans la partie méridionale de la zone du Flysch (lit. 64). E. KRAUS incline à y voir des sédiments austro-alpins en superposition tectonique sur le Flysch (lit. 50).

J'ai pu les étudier à divers endroits. C'est surtout à l'W du Traunsee qu'il est possible de les observer dans des conditions assez favorables. En parcourant les principaux ravins signalés par FUGGER et KÖNIG, notamment ceux du Rotenstein, au S de l'Aurachthal et le Weidenbach, au N de la même vallée, on observe d'assez gros affleurements de marnes rouges se dégageant progressivement du Flysch crétacé, sans qu'il soit possible de préciser une limite à cause de l'intrication des faciès. Ce passage progressif d'un faciès à l'autre semble exclure un contact tectonique.

Si la faune trouvée dans ces marnes ne permet guère une division stratigraphique précise — il s'agit comme dans le Flysch crétacé sous-jacent d'inocérames localement très abondantes (Rotenstein, Gschlieffgraben) —, la présence dans leur voisinage immédiat de roches nummulitiques et leur analogie avec les couches du Nierenthal et avec le Crétacé du Mattsee montrent qu'il s'agit d'un niveau supérieur à la masse principale du Flysch crétacé.

Cette analogie de faciès implique un régime sédimentaire particulier à la fin du Crétacé et qui a dû régner sur un domaine extrêmement vaste. Car il paraît s'étendre presque indifféremment de la région helvétique jusque dans les zones internes des Alpes. Série crétacée du Mattsee, couches rouges à inocérames du Flysch, couches du Nierenthal des Alpes septentrionales, sont très probablement les dépôts d'une mer continue, à sédimentation très uniforme. A la sédimentation assez grossière du Flysch crétacé et des couches de Gosau paraît avoir succédé un régime moins littoral marquant un approfondissement momentané des avant-fosses et même de la zone épicontinentale helvétique. C'est en quelque sorte une période de rémission, d'inondation entre deux périodes de sédimentation orogénique (Flysch crétacé et Flysch tertiaire). Cependant, par rapport aux couches sénoniennes de la Suisse, essentiellement marneuses, on constate en Autriche comme en Bavière d'importantes intercalations de grès, ce qui donne à ce faciès un caractère intermédiaire et le rapproche du faciès Flysch.

L'équivalent géologique en Suisse du Flysch crétacé d'Autriche.

Si nous cherchons en Suisse l'équivalent de la série crétacée du Flysch d'Autriche, nous constatons des conditions de sédimentation totalement différentes. En Suisse occidentale en particulier, où la série ultrahelvétique est particulièrement bien développée, soit dans la zone externe (Veveyse, Montsalvens, Gurnigel), soit dans la zone interne des Préalpes (Zone des Cols), le Crétacé offre une succession souvent très complète d'étages et de niveaux paléontologiques caractérisés par d'abondantes zones d'ammonites. Les régions de la Veveyse et du Montsalvens, de part et d'autre de la Sarine, sont même classiques par la richesse de leur faune de céphalopodes, et le faciès Flysch y fait totalement défaut. On a là en somme la continuation de la sédimentation cyclique observée dans le Jurassique de l'ensemble du géosynclinal.

Cette différence des dépôts crétacés dans la même zone de sédimentation est un phénomène important, qui implique dès le début du Crétacé des mouvements tectoniques dans la partie orientale du géosynclinal. Cette invasion par le bas du faciès Flysch n'est d'ailleurs pas particulière à la seule région autrichienne; elle se fait sentir pareillement en Bavière et jusque dans le Vorarlberg. Mais, à mesure que l'on se dirige vers l'W, l'apparition du faciès Flysch devient de plus en plus tardive. Débutant dans le Wienerwald et la région à l'W de la Traisen avec le Crétacé inférieur, elle paraît commencer en Bavière avec le Crétacé moyen et peut-être seulement à la base du Crétacé supérieur. Dans la Suisse orientale (Fähnern, synclinal d'Amden) certaines influences de ce faciès semblent se faire sentir vers la limite du Crétacé et du Tertiaire. Mais dans son ensemble le Flysch ultrahelvétique de la Suisse est essentiellement caractéristique du Tertiaire inférieur.

La raison de ces différences fondamentales de faciès durant le Crétacé dans le même géosynclinal, en Suisse d'une part, en Autriche d'autre part, s'explique assez aisément. Alors qu'en Suisse le géosynclinal ultrahelvétique se trouvait séparé des massifs obstacles par toute la largeur de la zone helvétique, la réduction de cette zone à partir du Rhin, sa presque totale disparition en Autriche, ont fini par faire du géosynclinal ultrahelvétique la zone marginale alpine. C'est pourquoi les premiers grands plissements alpins, ceux en particulier des zones internes des Alpes orientales qu'on sait avoir débuté dès le Crétacé inférieur à l'extrémité orientale de l'arc alpin (nappes à deux paroxysmes de E. ARGAND, lit. 8), ont tôt fait d'amener, en Autriche, le mouvement de fermeture du géosynclinal ultrahelvétique. D'où l'apparition du Flysch néocomien dans la partie la plus proche de l'obstacle à la première avancée des nappes, directement en arrière du promontoire dessiné par le massif bohémien entre Linz et Krems.

Le Flysch nummulitique en Autriche.

a) Dans le Wienerwald.

Tel qu'il est envisagé par STUR et par PAUL, une partie du Flysch éocène appartient encore au Crétacé supérieur. Les conditions générales de sédimentation du Crétacé supérieur se poursuivent sans changement très appréciable dans la période nummulitique, ce qui rend la question des limites très difficile. Dans la partie N du Wienerwald, on trouve toujours des faciès fortement détritiques (grès de Greifenstein de JAEGER et FRIEDL), tandis que vers le S des marnes et des schistes argilo-gréseux alternent abondamment avec des bancs réduits de grès fins, souvent siliceux (grès glauconieux de JAEGER, grès de Laab de GÖTZINGER & BECKER).

L'épisode de la transgression des marnes rouges à inocérames, observé dans la région à l'E de Salzbourg, n'apparaît pas distinctement dans le Wienerwald. De part et d'autre de la Traisen on remarque bien dans le Flysch à inocérames des intercalations assez répétées de schistes bariolés, souvent rouges, qui peut-être forment le niveau supérieur du Crétacé (SCHAFFER, lit. 69, p. 44). Toutefois leur position reste incertaine et leur individualité en tant que niveau mal définie.

Une difficulté paléontologique s'ajoute d'ailleurs ici à la détermination lithologique du Tertiaire inférieur. C'est la présence simultanée, à côté de nummulites, d'inocérames, généralement considérés comme fossiles ne dépassant pas le Crétacé supérieur. C'est particulièrement le cas dans la carrière de Hollitzer, entre Höflein et Greifenstein (W de Korneuburg), d'où provient un abondant matériel paléontologique permettant de bien dater le grès de Greifenstein. La présence de plusieurs nummulites déterminables et caractéristique du Paléocène prouve qu'il ne peut s'agir ici du Crétacé supérieur. On est obligé d'admettre que localement les inocérames débordent quelque peu jusque dans le Paléocène. L'hypothèse émise par GÖTZINGER & BECKER, selon laquelle il s'agirait de débris appartenant à des mollusques autres que des inocérames (*Perna* ou *Pinna*) me paraît peu probable, car les débris observés à Hollitzer ne diffèrent en rien de ceux qu'on trouve un peu plus bas, dans le Flysch crétacé.

C'est généralement le grès de Greifenstein qui a fourni la faune nummulitique signalée dès 1850 par F. DE HAUER et complétée par les recherches de STUR, PAUL, JAEGER et FRIEDL. Les patientes recherches de GÖTZINGER & BECKER, en augmentant considérablement le matériel paléontologique, ont permis une nouvelle révision de l'âge de ce Flysch. Alors que le grès de Greifenstein était jusqu'en 1927 considéré comme appartenant au Lutétien à cause de la présence de *Nummulites Partschi-Oosteri*, les déterminations nouvelles de ROZLOZSNIK basées sur l'important matériel récolté ont donné des résultats assez inattendus puisqu'elles n'ont pas confirmé la présence

des espèces citées plus haut, mais de nummulites surtout caractéristiques du Paléocène (voir liste dans lit. 30).

Il est cependant fort peu probable que la puissante série du grès de Greifenstein soit limitée au seul Paléocène. Tout porte à croire que le Lutétien ne manque pas non plus. C'est d'ailleurs ce que semble confirmer la présence de *Nummulites laevigatus* dans le « Grès de Laab », faciès méridional du grès de Greifenstein (lit. 34). D'autre part la détermination par A. LIEBUS (lit. 53) de quelques orbitoïdes provenant du grès de Greifenstein, surtout caractéristiques du Lutétien, montre que les niveaux supérieurs au Cuisien ne manquent pas.

Il sera peut-être encore possible de préciser mieux l'âge du Flysch nummulitique du Wienerwald par la détermination de nombreux autres fossiles récoltés par GÖTZINGER, comprenant des alvéolines, des operculines, des bryozoaires et d'assez abondants mollusques. Comme c'est presque toujours le cas dans le Flysch, ces derniers fossiles sont assez mal conservés et leur détermination généralement incertaine.

En résumé, le Flysch nummulitique du Wienerwald, autrefois limité au seul Lutétien, apparaît aujourd'hui d'un caractère beaucoup plus compréhensif, se dégageant progressivement du Crétacé supérieur, embrassant tout le Paléocène, pour finir avec le Lutétien. Jusqu'à présent on n'a aucune preuve de l'existence du Priabonien.

b) Entre le Wienerwald et Salzbourg.

La prépondérance du Flysch crétacé à partir de la Traisen vers l'W fait que l'extension du Flysch éocène se réduit à des zones très limitées. Les communications préliminaires de H. VETTERS pour la région de Scheibbs font cependant connaître l'existence de nombreux affleurements de brèches et de calcaires nummulitiques. De même SOLOMONICA a signalé la présence de roches nummulitiques au S de St. Pölten. D'autres affleurements ont été enfin mentionnés de part et d'autre de Waidhofen. Enfin l'existence du Nummulitique dans le Flysch entre le Wienerwald et Salzbourg est confirmée par l'apparition sur le bord S de cette zone de sortes de récifs de calcaire nummulitique. Il s'agit en particulier des affleurements du Heuberg près de Salzbourg et du Gschlieffgraben à l'E du Traunsee, bien connus par de nombreux travaux et plus encore par les interprétations variées dont ils ont été l'objet.

Nummulitique du Heuberg. Ce gisement très restreint, situé quelques km à l'E de Salzbourg et déjà bien décrit par FUGGER (lit. 17, p. 304[2])), est formé de calcaire à lithothamnies associé à un

[2]) Ce gisement est indiqué de façon assez inexacte sur la carte géologique 1:75000. Car il n'apparaît pas près du chemin qui conduit du Heuberg à Gschwend, mais environ 500 m plus haut, à l'E même du sommet du Heuberg (P. 899). Il est aisé à retrouver maintenant, car un nouveau chemin forestier y conduit et une cabane a été bâtie immédiatement au pied du rocher principal.

calcaire ferrugineux, qui contient en abondance des nummulites et des restes de mollusques. Sa situation isolée sur le bord méridional et son analogie avec les calcaires nummulitiques du Mattsee semble en faire un élément distinct de la masse principale du Flysch. C'est ainsi que pour F. RICHTER il s'agirait d'une fenêtre helvétique apparaissant à la limite de la zone du Flysch et des Alpes calcaires septentrionales (lit. 64, p. 369). Pour KRAUS ce serait un élément austro-alpin charrié sur le Flysch (lit. 50, p. 56 et fig. 12). Il est beaucoup plus vraisemblable qu'il s'agit de roches particulières au Flysch, sorte de haut fond ayant déterminé des conditions un peu spéciales de dépôts. On connaît dans le Flysch de la Suisse, particulièrement dans le Wildflysch de la Suisse occidentale, bien des cas identiques de dépôts zoogènes apparaissant sporadiquement au milieu de sédiments à caractère essentiellement détritique.

Nummulitique du Gschlieffgraben. Les mêmes conditions de dépôts, c'est à dire l'existence d'un haut fond dans la partie méridionale de la zone de Flysch donnant naissance à la formation d'une sorte de récif, ont dû se produire pour l'affleurement du Gschlieffgraben, sur la rive gauche du Traunsee, objet des travaux de KOCH, FUGGER, GEYER, etc. L'affleurement principal de calcaire et de grès nummulitiques, la « Hohe Kirche » ne permet guère une interprétation tectonique à cause de son isolement par rapport aux formations voisines. Mais un peu plus au N, dans un ravin récemment ouvert on retrouve ces roches fossilifères, consistant ici en calcaires nummulitiques très compacts, immédiatement au-dessus de marnes rouges à inocérames. L'ensemble a partiellement glissé. Cependant la superposition stratigraphique du calcaire nummulitique sur les marnes sénoniennes paraît assez probable. Et pas plus qu'on ne peut séparer ces marnes de la masse principale du Flysch, on ne peut considérer ici ce Nummulitique comme un élément charrié sur le Flysch (KRAUS, lit. 50).

L'équivalent en Suisse du Flysch nummulitique d'Autriche.

A partir du Tertiaire inférieur, les mouvements précurseurs des grands paroxysmes oligocènes se font sentir dans l'ensemble du géosynclinal ultrahelvétique et déterminent l'apparition du faciès Flysch aussi bien dans la partie occidentale de l'arc alpin que dans les segments orientaux. Cependant l'équivalence lithologique des formations est loin d'être entièrement réalisée. C'est ainsi que le faciès Wildflysch connu en Bavière, dans l'Allgäu et le Vorarlberg dès le Crétacé supérieur, dans les Alpes occidentales surtout à partir du Paléocène, n'a pas d'équivalents directs dans le Flysch tertiaire d'Autriche. La seule formation qui en Autriche rappelle jusqu'à un certain point le Wildflysch de la Suisse est le Flysch néocomien, à faciès lithologique très varié et dont la base, comme on l'a vu au

paravant, est fortement intriquée avec la formation sous-jacente des marnes et des calcaires du Tithonique-Valanginien, rendant difficile toute délimitation rigoureuse. On sait qu'il en est de même avec le Wildflysch de la Suisse, dont la partie inférieure est souvent interstratifiée avec les marnes sénoniennes (couches de Leimern) et dont les faciès variés (grès, conglomérats, brèches, blocs exotiques, associés à des calcaires zoogènes ou compacts) implique un régime sédimentaire très spécial. Dans les deux cas, Flysch néocomien et Wildflysch, crétacé ou tertiaire, ce régime sédimentaire trouve son explication la plus plausible si l'on réalise qu'il s'agit, dans les régions jusqu' alors à sédimentation tranquille, du début d'émersion de rides plus ou moins accentuées. Les faciès détritiques et zoogènes accompagnant et couronnant ces rides se substituent progressivement aux faciès marneux et calcaires antérieurs, d'où l'intrication de dépôts apparemment très différents et la difficulté de reconnaître des limites franches. Ici plus qu'ailleurs encore la faune seule permet de déterminer l'âge de telles formations[3]).

Quant aux formations gréseuses et gréso-marneuses d'âge lutétien, qui succèdent au Wildflysch (grès des Schlieren dans la Suisse centrale, grès du Gurnigel dans la Suisse occidentale), elles rappellent par leurs faciès tout autant sinon davantage le Flysch crétacé à inocérames de l'Autriche que la formation synchronique du grès de Greifenstein, généralement à grès siliceux assez particulier.

IV. La zone ultrahelvétique entre Salzbourg et le Rhin.

Depuis le grand mémoire de Boussac résumant l'état de nos connaissances, il a paru sur le Flysch du Vorarlberg, de l'Allgäu et de la Bavière quantité de travaux, souvent très importants, car ici la révision de la zone de Flysch et des régions voisines a été beaucoup plus active qu'en Autriche. Comme dans cet article le Flysch de Bavière et les terrains sous-jacents ne sont considérés que pour autant qu'il permettent le raccord entre le Flysch d'Autriche et celui de la Suisse, je renvoie pour les détails aux travaux dus tout spécialement à Boden, Richter, Kraus, Cornelius, Kockel, Dacqué, Schaad, Merhart, Schlosser, Leuchs, etc.

[3]) A ce sujet il est peut-être utile de noter que les récentes tentatives de considérer le Wildflysch de la Suisse comme une formation d'âge essentiellement crétacé supérieur, celle de E. Kraus en particulier (lit. 51), sont en contradiction avec la présence souvent abondante de nummulites, en particulier dans le Wildflysch de la Suisse centrale (lit. 81) et occidentale (lit. 80, 82). Si l'on peut discuter sur sa limite inférieure à cause de son intrication avec les marnes sénoniennes, il n'en demeure pas moins que dans sa majeure partie, ce Wildflysch appartient au Tertiaire inférieur. Les travaux de W. Leupold en particulier basés sur des faits incontestables (lit. 54), d'autre part une rectification de l'échelle des nummulites, permettent de le dater, au moins en partie, du Paléocène, ce qui n'était pas encore possible en 1925—27 (lit. 82).

Ici comme en Autriche on retrouve au N la zone helvétique, mais mieux développée (voir p. 215). Quant à la zone ultrahelvétique, elle présente exactement les mêmes problèmes qu'en Autriche. Leur solution ou plus exactement leur interprétation est bien différente selon qu'on s'adresse à RICHTER, à KRAUS ou à BODEN.

C'est ainsi que les géologues bavarois ont distingué dans le Flysch crétacé deux complexes lithologiques, l'un essentiellement gréso-marneux, les « couches à ciment » (« Zementschichten » ou « Kieselkalkgruppe »), puis une série assez puissante de grès. Entre ces deux complexes, dont l'épaisseur pour chacun d'eux est de plusieurs centaines de mètres, apparaît fréquemment une série plus ou moins considérable de marnes bariolées (« bunte Zwischenschichten »). Malheureusement il y a divergence absolue quant à la position des deux complexes principaux. Pour certains auteurs (BÖHM, HAHN, RICHTER), la série des grès est la plus ancienne et les marnes à ciment représenteraient le niveau supérieur. Pour d'autres auteurs (FINK, DACQUÉ, KRAUS), c'est exactement l'inverse. Pour BODEN, les marnes à ciment seraient d'âge crétacé tandis que la série des grès serait d'âge éocène, car entre les deux grands complexes viendraient se placer les marnes rouges qui d'ailleurs sont reliées par des passages aux marnes à ciment. On connaît pareillement des formations nummulitiques (Gschwenderberg près du Schliersee, Unternogg), mais leur position par rapport au Flysch est fort discutée.

Laissant de côté pour le moment ces divergences que résoudront certainement de futures découvertes paléontologiques, on constate qu'en Bavière comme en Autriche le faciès Flysch est largement développé dès le Crétacé. Cependant il ne semble pas déborder la limite inférieure du Crétacé supérieur. Localement il offre des faciès à blocs exotiques (conglomérat de Bolgen), phénomène analogue à ce qu'on observe fréquement dans le Wildflysch de la Suisse. Comme en Autriche également le Flysch crétacé entre Salzbourg et le Rhin paraît être surmonté d'un complexe de marnes rouges, qui rappellent les marnes rouges à inocérames du Flysch d'Autriche ou, partiellement, les couches de Leimern en Suisse. Enfin le Tertaire inférieur paraît être représenté, si ce n'est par des faciès gréseux, du moins par des formations nummulitiques analogues à celles du Heuberg et du Gschlieffgraben.

Quant à la série inférieure au Flysch, correspondant plus ou moins donc à la série des klippes en Autriche, il est difficile d'après les descriptions des auteurs de faire la part entre ce qui est ultrahelvétique et ce qui serait déjà austro-alpin inférieur. On connaît cependant en Bavière du Crétacé inférieur à *Orbitolina lenticularis*, également des calcaires à *Aptychus* et bélemnites du groupe Tithonique-Valanginien.

V. Le Flysch dans la série ultrahelvétique.

Le soubassement cristallin de la zone ultrahelvétique.

Le terme le plus ancien de la série ultrahelvétique est représenté, en Autriche comme en Suisse, par le Trias. Toutefois en Autriche une indication extrêmement précieuse sur la nature du soubassement est fournie par le granite du Buchdenkmal, dans le Pechgraben, une petite vallée située au N de Gross Raming (SSE de Steyr).

Sur l'affleurement lui-même, bien connu en particulier par le travail de G. GEYER (lit. 20) et plus encore par les interprétations qu'il a soulevées, il y a peu de faits nouveaux à mentionner. Les observations sont d'ailleurs bien limitées par le mauvais état des affleurements. Ce qu'il importe de souligner, c'est que les dimensions considérables de la masse de granite — il s'agit d'une véritable colline de granite au milieu de la « zone des klippes » — d'autre part la composition uniforme de l'ensemble et l'absence d'autres roches exotiques, ne permettent pas de voir ici un amoncellement de blocs déposés dans une série sédimentaire, d'âge crétacé ou tertiaire, dans le sens des dépôts de blocs exotiques du Wildflysch. Il s'agit incontestablement d'une masse cristalline dont l'interprétation tectonique ne peut guère être autre que celles des lames calcaires liasiques ou jurassiques, qui dans toute la région Pechgraben-Waidhofen-Gresten percent leur couverture de Flysch. On est de la sorte conduit à voir en cet affleurement de granite un fragment du soubassement de la zone ultrahelvétique.

Pour la plupart des géologues autrichiens ce granite représenterait un pointement du massif de Bohême. La proximité de ce dernier explique aisément une telle façon de voir. Récemment cependant P. SOLOMONICA a insisté sur le caractère alpin de cet affleurement. Je reviendrai plus loin sur cette nouvelle interprétation.

En dehors du pointement du Pechgraben, on connaît dans la partie autrichienne du Flysch ou des klippes encore d'autres affleurements de roches cristallines, moins considérables, mais qui peuvent aussi représenter des portions limitées du soubassement cristallin entraînées par des mouvements tectoniques au milieu de leur couverture sédimentaire. C'est ainsi que SOLOMONICA a découvert à l'W du Buchdenkmal une lame de serpentine visible sur environ 100 mètres de longueur (lit. 74). Des affleurements analogues de roches basiques ont été signalés il y a longtemps déjà à l'W de Waidhofen (Gstadt et Hinterholz), puis au S de Melk (serpentine de Kilb, CORNELIUS 1927). Par contre les « pointements » de granite signalés dans le Wienerwald paraissent plutôt provenir de blocs exotiques que de véritables lames cristallines.

La série ultrahelvétique et la question des « nappes de Flysch ».

Le tableau (planche XVIII) donne un aperçu schématique de la série stratigraphique de la zone ultrahelvétique telle qu'elle s'établit depuis Vienne jusque dans la Suisse occidentale. On y notera en particulier le retard progressif dans l'apparition du faciès Flysch à mesure qu'on se dirige de l'E vers l'W. Le niveau des marnes rouges à inocérames, qui en Bavière et dans la région de Salzbourg sépare le Flysch crétacé du Flysch nummulitique, est laissé dans le domaine du Flysch à cause de son faciès fortement détritique et de son extension limitée.

Il faut cependant noter que l'extension horizontale de la série ultrahelvétique en Autriche, et probablement aussi en Bavière, est plus complète au S que vers la région helvétique. En particulier en Autriche il semble que les étages inférieurs de la série des klippes (Trias-Lias-Dogger) manquent dans la partie la plus externe: du moins jusqu'à présent on a signalé uniquement la présence du Tithonique-Valanginien en contact avec le Flysch néocomien du bord externe.

Dans son ensemble cependant on constate que la série stratigraphique du géosynclinal ultrahelvétique n'est jamais limitée au seul Flysch. Pas plus en Autriche qu'en Suisse, on n'a, dans le sens absolu du mot, des « nappes de Flysch », ce dernier n'étant que le terme supérieur d'une série stratigraphique beaucoup plus complète. De même la généralisation du terme de Wildflysch, son application à l'ensemble ou à la majeure partie du Flysch ultrahelvétique de la Suisse, telle qu'elle a été tentée en 1932 par E. Kraus (lit. 51) pour justifier l'existence d'une « nappe de Wildflysch », s'étendant depuis la région de Salzbourg jusqu'en Suisse occidentale et précédant la « nappe de Flysch de Sigiswang », paraît compliquer inutilement le problème du Flysch. Le Wildflysch qui, en Suisse, succède aux marnes sénoniennes (couches de Leimern) et précède la série gréso-marneuse du Flysch lutétien, ne joue souvent qu'un rôle accessoire. Il est, dans la série ultrahelvétique de la Suisse, un simple niveau stratigraphique, tout comme le Lias ou le Jurassique supérieur, par exemple. De même le nom de « nappe de Flysch » prête à bien des équivoques. C'est ainsi que dans les Préalpes externes de la Suisse occidentale, le Flysch, très puissant dans la région de la Berra où il règne presque sans partage, est presque inexistant quelques kilomètres plus au SW, dans la région du Montsalvens. Pourtant on est dans la même unité tectonique. Et l'on pourrait multiplier les exemples.

De même en Autriche, le terme de « nappe de Sigiswang » introduit par E. Kraus pour caractériser la majeure partie du Flysch en tant qu'unité tectonique, laisse arbitrairement de côté toute la série des klippes, pourtant plissée avec le Flysch, en même temps que lui, en tant qu'élément de la même succession stratigraphique.

VI. L'extension des zones helvétique et ultrahelvétique dans les Carpathes.

A) Zone Waschberg-Nikolsburg.

La zone de Flysch du Wienerwald se prolonge visiblement au delà du Danube, et les premiers affleurements de Flysch crétacé et éocène apparaissent immédiatement au NE de Vienne, de part et d'autre de Korneuburg. Mais entre eux et la zone molassique remplissant le sillon alpino-carpathique, s'étend une zone à caractère stratigraphique bien défini que les géologues autrichiens ont toujours soigneusement mis en évidence, de sorte qu'elle est diversement désignée: zone du Waschberg, à cause d'affleurements typiques apparaissant au Waschberg, une colline à l'E de Stockerau; zone des klippes externes si on la situe dans l'ensemble zonal distingué dans les Carpathes; zone bordière (Randzone) si l'on veut la caractériser par rapport au bord carpathique. Elle a encore bien d'autres noms: «autochtone Klippen» selon UHLIG, «niederösterreich-mährische Inselberge» de FR. SUESS, etc.

La série stratigraphique.

Les terrains sédimentaires les plus anciens, les plus répandus également, appartiennent au Jurassique supérieur et sont surtout bien développés dans les environs de Nikolsburg (Milukov) d'où le nom de zone Waschberg-Nikolsburg qu'on peut donner à l'ensemble de la zone au N de Vienne si on la situe par rapport aux affleurements les plus typiques. L'ensemble: de ce Jurassique dans lequel GLASSNER a distingué 2 niveaux bien définis (lit. 26), accuse un faciès littoral très prononcé, ce qui a incité maints géologues, O. ABEL en particulier, à voir en ces dépôts des formations côtières et autochtones, transgressives sur un soubassement bohémien (lit. 1 et 2). Rappelons qu'au delà de la Thaya, en Moravie, les couches bien connues de Stramberg, apparaissent plus ou moins dans le prolongement de cette zone. Toutefois certains géologues les rattachent à une zone plus interne.

Le Crétacé inférieur n'a jusqu'à présent jamais été signalé. Par contre le Crétacé supérieur est représenté par les «Klementer Schichten», des grès à inocérames attribués au Turonien et qui seraient transgressifs sur le Jurassique. C'est le seul niveau important du Crétacé. Car les marnes à *Belemnitella mucronata* signalées par ABEL se réduiraient selon GLASSNER à de vagues affleurements. Mentionnons enfin des débris épars de calcaire à lithothamnies contenant une petite faune et découverts dans les environs de Bruderndorf. Selon O. KÜHN (lit. 52), il s'agirait du Danien. Toutefois la faune décrite

n'est pas tout à fait démonstrative pour cet étage et laisse la possibilité de l'attribution de ces roches au Paléocène.

Le Nummulitique forme des affleurements assez considérables dans la partie S de la zone, à l'E de Stockerau. Il s'agit surtout de calcaire à lithothamnies et à nummulites (*Num. Boucheri*, *Num. aspera*, etc. (voir lit. 72). Ces calcaires contiennent également des mollusques assez abondants.

Caractère exotique des roches éruptives du Waschberg.

La présence de blocs, de brèches et de conglomérats polygéniques au Waschberg rappelle les conditions de sédimentation réalisées dans le Flysch alpin. C'est un fait qu'ont souligné la plupart des géologues cités plus haut. Mais il n'y a pas seulement analogie dans la sédimentation, il y a ressemblance pétrographique parfaite entre les éléments exotiques du Flysch et ceux du Waschberg. J'ai pu le constater soit par l'examen du matériel assez abondant déposé à la « Geologische Bundesanstalt » de Vienne, soit en parcourant les affleurements principaux. Le granite rose du Waschberg est indiscernable des granites exotiques du Flysch, en particulier de celui du Buchdenkmal. On y trouve pareillement presque toute la série des autres roches caractéristiques du Flysch exotique, tels que des porphyres quartzifères rouges, des porphyrites, des roches basiques assez variées. Une identité pétrographique si complète prouve certainement l'extension vers l'E des mêmes massifs qui à l'W du Danube ont alimenté la mer du Flysch en débris variés.

La granite du Waschberg.

A une distance relativement faible des conglomérats polygéniques d'âge nummulitique, on voit affleurer de la couverture végétale des blocs volumineux de granite rose; certains mesurent plusieurs mètres de diamètre. Ils sont tout particulièrement abondants à l'E du point 394 du Waschberg. A cause de leurs dimensions et de leur extension sur un espace limité, ils ont été la plus souvent interprétés non pas comme des éléments du conglomérat nummulitique voisin, quoiqu'il contienne en abondance exactement les mêmes granites, mais comme représentant un véritable pointement de granite.

C'est ainsi que dans la « Face de la Terre » Ed. Suess croit y reconnaître une émergence du massif de Bohême. L'interprétation purement stratigraphique de ces blocs, en tant qu'éléments volumineux d'un conglomérat éocène, a bien été développée en 1911 par E. Kohn (lit. 47). Mais elle est loin d'avoir été acceptée par la majorité des géologues autrichiens. En 1914 G. Götzinger maintient l'hypothèse de Suess (lit. 29). En 1914 Petraschek modifie cette hypothèse en ce sens qu'au lieu de former le pointement d'un massif bohémien

autochtone, ces blocs représenteraient plutôt l'affleurement d'écailles cristallines arrachées à un soubassement bohémien, qui se prolongerait ici jusque sous l'arc carpathique (lit. 57). La même interprétation se retrouve dans une communication parue en 1921 (lit. 58). Une opinion assez semblable est partagée par Fr. Suess (lit. 79).

La présence du massif de Bohême est ici peu vraisemblable. Par contre il est probable que l'on a au Waschberg un véritable pointement de granite, analogue à celui du Buchdenkmal.

Situation géologique de la zone Waschberg-Nikolsburg.

On obtient, me semble-t-il, une image assez exacte de la situation de la zone du Waschberg par rapport à celle du Flysch si on la compare à celle du Mattsee, au N de Salzbourg. Dans l'une et l'autre zone, les séries stratigraphiques sont développées sous des faciès analogues, impliquant une sédimentation épicontinentale en bordure de la zone du Flysch à faciès géosynclinal. A ce point de vue la comparaison des séries nummulitiques du Mattsee et du Waschberg est très instructive. Dans les deux zones également le style tectonique paraît être le même. Les formations oligocènes, schistes ménilitiques, Steinitzer Sandstein et Auspitzer Mergel, qui s'interposent entre les écailles de la zone Waschberg-Nikolsburg ont peut-être leur équivalent dans certains sables molassiques qui, suivant Götzinger, apparaîtraient dans la série du Mattsee, à l'E de St. Pancraz (lit. 28).

Si, pour la simplicité de l'exposé, on garde la nomenclature adoptée pour le domaine alpin, la zone Waschberg-Nikolsburg serait helvétique. Ou, pour employer la terminologie propre à la région carpathique, la zone subbeskide de Uhlig, ou zones inférieure et moyenne de J. Novak, dont le Waschberg forme l'extrémité occidentale, seraient les équivalents géologiques de la zone helvétique du bord alpin. Nous verrons en terminant ce qu'il faut penser de l'attribution des roches cristallines de cette zone au massif de Bohême ou à l'un de ses prolongements. Mais ce qu'il importe de retenir ici, c'est que les débris exotiques qui jusqu'à Vienne caractérisaient essentiellement la zone ultrahelvétique, n'apparaissant que sporadiquement dans le socle helvétique, deviennent un élément caractéristique de l'équivalent de la zone helvétique une fois le Danube dépassé, donc dans le domaine carpathique.

B) Zone du Flysch.

La zone du Flysch mentionnée déjà auparavant au N et à l'E de Korneuburg (Bisamberg) contient exactement les mêmes formations et les mêmes faciès qu'à l'W du Danube. Vers le N elle disparaît presque totalement sous la molasse et les dépôts quaternaires. Plus loin, dans le domaine propre aux Carpathes occidentales, elle réapparaît et s'accompagne de « klippes piénines », qui sont, au

moins en partie, les équivalents de la zone des klippes des Alpes autrichiennes (d'où le nom de zone piénine donné par TRAUTH à la zone des klippes alpines).

Généralement ce Flysch qui, au delà du Danube, continue celui de la zone ultrahelvétique, est attribué à la zone des Beskides, tandis que la zone des klippes représenterait les zones piénines et subpiénines des Carpathes. Sur les relations mutuelles de ces zones et leurs limites avec les régions voisines les avis sont assez partagés. Cela apparaît clairement lorsqu'on compare entre eux les résultats des recherches de NOVAK, BECK, HORWITZ, etc. et tout particulièrement ceux apportés par D. ANDRUSSOF (lit. 4, 5).

VII. Caractère exotique de l'ensemble du géosynclinal ultrahelvétique.

Les éléments exotiques de la série ultrahelvétique.

L'abondance des dépôts clastiques et littoraux dans la série sédimentaire ultrahelvétique, le caractère subalpin des dépôts jurassiques, le faciès Flysch des formations crétacées et tertiaires en Autriche et des formations tertiaires en Suisse, sont des éléments très spéciaux au géosynclinal qui, jusqu'à l'Oligocène, continuait au S la région helvétique, à sédimentation essentiellement épicontinentale. Toutefois tous ces caractères sont trop dépendants des conditions de faciès pour ne pas se retrouver, au moins en partie, dans d'autres zones de sédimentation. Mais il est un critère qui permet de reconnaître de façon très nette les sédiments ultrahelvétiques: c'est le « caractère exotique » du matériel détritique renfermé dans les sédiments. C'est ainsi que j'ai retrouvé à Vienne, dans les différentes collections provenant de cette zone, presque tous les éléments exotiques connus dans le Flysch de la Suisse occidentale et centrale. Et ce qui m'a conduit à considérer de plus près le Flysch et la zone des klippes autrichiennes, c'est que les roches exotiques d'Autriche se trouvaient, malgré leur affinités indéniables, attribuées à diverses unités alpines ou au massif de Bohême. Une telle constance dans la distribution des faciès et des faunes, d'autre part une telle identité dans le matériel exotique semble indiquer l'existence d'une zone continue de sédimentation à travers tout le domaine alpin.

L'élément exotique de beaucoup le plus constant et le plus aisément reconnaissable est toujours le granite rose. Il y a longtemps que les géologues ont homologué les granites exotiques de Habkern près Interlaken avec ceux du Buchdenkmal en Autriche, malgré la distance considérable qui sépare les deux affleurements. Et une communication de F. HERITSCH parue en 1925 (lit. 37) n'a fait que confirmer une identité quasi évidente. Comme en Suisse, on constate

en Autriche bien des variétés pétrographiques de ce granite mais qui se rapportent certainement toutes à un massif hercynien continu. Son extension a dû être considérable car on retrouve ses débris dispersés du lac Léman (Voirons) jusqu'au delà du Danube (Waschberg).

A côté de ce granite type, on observe en Autriche comme en Suisse d'autres roches exotiques très particulières bien que plus localisées. Il s'agit surtout de granites verts et gris, de porphyres bruns ou rouges, de porphyrites, diabases, serpentines, gneiss, schistes chloriteux, micaschistes, etc. Quant aux matériaux exotiques d'origine sédimentaire, ils ne manquent pas non plus, mais leur identification est, sauf certains cas particuliers, moins aisée et leur attribution sujette à des interprétations diverses. On peut noter cependant l'absence plus ou moins totale de roches caractéristiques du Trias austro-alpin. De même les radiolarites manquent totalement dans les brèches et les conglomérats du Flysch ultrahelvétique, aussi bien en Autriche qu'en Suisse.

En résumé, la présence d'éléments exotiques dans les sédiments ultrahelvétiques a un caractère régional indéniable et son explication doit valoir pour l'ensemble d'une zone, qui aujourd'hui encore s'étend sur plusieurs centaines de kilomètres. En outre le phénomène n'est pas limité à un niveau ou à une période donnée. Particulièrement fréquent là où règne le faciès Flysch, il apparaît localement dans des formations antérieures au Flysch crétacé ou tertiaire.

Les éléments exotiques dans la série jurassique.

Dans des travaux antérieurs concernant le Flysch des Préalpes externes de la Suisse occidentale, j'ai mentionné la présence sporadique de roches exotiques, généralement des granites, dans des sédiments jurassiques des nappes ultrahelvétiques (lit. 80, 82). C'est ainsi que des blocs exotiques de Lias fossilifère trouvés dans le Wildflysch de la Berra contenaient des fragments assez considérables de granites rouges et verts (lit. 82, p. 30). Ces granites se retrouvent sous forme de petits blocs dans le Dogger des Préalpes externes entre le Léman et l'Aar (Gros Plané, Bathonien de la Perreyre près Bulle, Dogger du Hohberg près du Lac Noir). Plus récemment K. HUBER a signalé des conglomérats à granite vert dans le Jurassique ultrahelvétique de la région d'Adelboden (lit. 38, p. 77).

En Autriche, on observe exactement les mêmes phénomènes dans la série jurassique. C'est ainsi que des granites exotiques sont connus dans les couches de Gresten du Lias (GEYER, lit. 20 et 23), dans les couches de Neuhaus du Dogger (TRAUTH, lit. 87, p. 206). De même certaines arkoses du Lias inférieur sont très certainement les débris résultant de l'érosion d'un massif granitique.

Composition exotique de l'ensemble du Flysch ultrahelvétique.

Le caractère exotique est évidemment beaucoup plus marqué dès qu'on aborde le Flysch. Tout le matériel détritique constituant le Flysch ultrahelvétique est exotique au même titre que les brèches et conglomérats polygéniques qu'il renferme. Ceci résulte de l'étude pétrographique de l'ensemble des sédiments clastiques du Flysch. C'est d'ailleurs une conclusion déjà exprimée en 1928 (lit. 82, p. 54). La présence de brèches et de blocs exotiques indique uniquement le voisinage immédiat de rides ou de cordillières qui, à partir du Crétacé inférieur dans la Basse Autriche, du Crétacé supérieur à l'W de l'Ybbs en Autriche et dans la Bavière, à partir du Tertiaire inférieur en Suisse, ont accidenté de plus en plus la mer du Flysch ultrahelvétique. L'émersion progressive de ces rides a déterminé une sédimentation essentiellement clastique, propre à un géosynclinal en voie de fermeture. Il reste encore à préciser aussi exactement que possible la situation de ces rides.

Situation des massifs exotiques.

On doit à K. Kockel (lit. 42), à M. Richter (lit. 65) et à E. Kraus (lit. 50) des reconstitutions paléogéographiques intéressantes concernant les rapports primitifs des unités alpines entre la Suisse et l'Autriche. Il n'est pas possible ici d'entrer dans le détail et la critique de ces essais, qui s'opposent nettement à l'interprétation des Alpes orientales considérées dès leur marge externe comme un empilement de nappes à racines souvent très lointaines et impliquant dès lors des charriages de grande envergure. Quelques remarques sont toutefois nécessaires en ce qui concerne l'existence de barres ou de rides bordant ou accidentant le géosynclinal ultrahelvétique, et qui ont reçu des noms variés: « rumunische Rücken » de Kockel, « oberostalpine » ou « oberalpine Geantiklinale » de Richter, « vindelizische Schwellen » de Kraus, « subvindelische Rücken » de Leuchs.

En 1925 j'ai émis l'hypothèse que les matériaux exotiques observés dans le Wildflysch de la Suisse occidentale, de la chaîne de la Berra en particulier, pouvaient provenir des nappes austro-alpines inférieures, tout spécialement du groupe Err-Bernina, ceci surtout à cause d'analogies entre les granites exotiques du Flysch et certains granites du noyau cristallin des nappes citées plus haut (lit. 50). Maintenant qu'il m'a été possible de considérer le Flysch ultrahelvétique dans un domaine beaucoup plus vaste, j'incline nettement à me rallier à l'hypothèse émise en 1916 par M. Lugeon (lit. 55), qui attribue l'origine des matériaux exotiques à des massifs granitiques situés primitivement en arrière de la région helvétique mais aujourd'hui ensevelis, du

moins en ce qui concerne les conditions tectoniques dans les Alpes suisses, sous les nappes penniques. « Les blocs (exotiques) ne peuvent originellement provenir que des régions où se sédimentait le Flysch » (LUGEON, loc. cit.).

Dans mon ancienne hypothèse, les nappes austro-alpines inférieures, en déferlant par dessus la région pennique, auraient formé à la marge interne du géosynclinal ultrahelvétique une sorte de chaîne bordière, dont les débris auraient été entraînés vers la mer ultrahelvétique. Une objection sérieuse à cette interprétation est la présence de matériaux exotiques dans les séries jurassiques déjà, impliquant dès le Lias des émersions momentanées et très locales des mêmes massifs granitiques, qui plus tard vont fournir en abondance des matériaux au Flysch. De telles émersions dans le milieu du domaine ultrahelvétique expliquent en outre de la manière la plus plausible le caractère souvent très littoral des étages du Jurassique. Mais c'est évidemment avec l'apparition du faciès Flysch que l'émersion de rides et de hauts fonds a dû accidenter considérablement le géosynclinal ultrahelvétique. Il semble donc que sur toute la longueur de ce géosynclinal les matériaux exotiques proviennent de l'émersion locale et momentanée d'abord, puis plus tard, rapides et multipliées, de rides et de crêtes nées sur les bords, mais également à l'intérieur de cette longue fosse. La chaîne s'est pour ainsi dire détruite sur place, au fur et à mesure qu'elle se formait. Les éléments cristallins, les granites en particulier, paraissent provenir donc du tréfonds même de ce géosynclinal, non d'une chaîne qui lui serait étrangère.

Comme le font remarquer très justement KOCKEL (lit. 42) et RICHTER (lit. 65), le terme de « vindélicien » attribué parfois à ces rides est à laisser de côté. Car il ne s'agit en aucun cas d'une barre géanticlinale interposé entre le domaine germanique et le domaine alpin, si l'on donne à ce terme de vindélicien le sens qui lui a été attribué par les premiers géologues qui l'ont utilisé (ESCHER, STUDER, GÜMBEL). En effet, et c'est là que la remarque de KOCKEL prend toute sa valeur, l'existence d'une telle chaîne aurait certainement dû se faire sentir dans la sédimentation de la zone helvétique. Or ce n'est le cas ni dans le Jurassique et Crétacé, ni dans le Tertiaire. ARN. HEIM a bien signalé la découverte dans le Nummulitique helvétique de Seewen-Schwytz (grès à *Nummulites complanata*) de granites exotiques. Mais il s'agit de petits blocs isolés, extrêmement rares et qui ont dû être entraînés de la région ultrahelvétique jusque sur le socle helvétique. C'est un cas qui reste exceptionnel. Il faut aller jusqu'au delà du Danube, dans la zone du Waschberg, région équivalente à la zone helvétique des Alpes, pour trouver en abondance des roches exotiques. Mais on est déjà dans le domaine carpathique.

Caractère alpin de la zone ultrahelvétique en Autriche.

Il est un dernier point sur lequel je crois nécessaire d'insister: c'est le caractère franchement alpin du géosynclinal ultrahelvétique en Autriche. En Suisse ce caractère est évident et la position primitive du géosynclinal ultrahelvétique en arrière de la large zone helvétique est trop claire pour qu'il soit mis en discussion. Mais en Bavière, et plus spécialement encore en Autriche, la réduction très considérable de la zone helvétique et l'approche du massif de Bohême finissent par rendre la démarcation difficile entre le domaine proprement alpin et le socle bohémien. En outre la présence de véritables pointements de granite au Buchdenkmal, à une distance relativement faible du bord méridional actuel du massif de Bohême a conduit de nombreux géologues, comme on l'a vu auparavant (voir p. 235), à admettre, à partir du méridien de Linz approximativement, la présence du massif bohémien *sous* la région alpine. Cette interprétation apparaît bien clairement dans les esquisses paléogéographiques mentionnées plus haut de KOCKEL, RICHTER et KRAUS. Un examen plus précis des faits ne parle cependant pas en faveur d'une telle interprétation.

Car le massif ancien, d'où provient la lame granitique du Buchdenkmal, a son axe pour ainsi dire jalonné par les débris qu'il a fournis et qui se retrouvent, comme on l'a vu, sur toute la longueur du géosynclinal ultrahelvétique. La direction de cet axe est nettement alpine, E—W ou plus exactement WSW—ENE. Or cette direction est radicalement différente de celle observée dans la partie du massif de Bohême au N de Linz-Krems (massif moldanubien selon FR. SUESS), qui montre des zones à direction nettement N—S. C'est pourquoi un prolongement vers le S, jusque sous l'arc alpin, du massif de Bohême, telle que récemment encore R. SCHWINNER a tenté de l'esquisser (lit. 73), me paraît en contradiction avec la direction du massif hercynien qui a formé le soubassement de la zone ultrahelvétique. En particulier, à l'W du Buchdenkmal, où devrait se faire sentir les directions N—S du massif moldanubien, on continue à percevoir une direction WSW—ENE bien marquée par les blocs exotiques découverts dans le Wienerwald. Jusqu'à Vienne, le géosynclinal ultrahelvétique, tout comme son soubassement cristallin, reste un élément alpin, nettement distinct du massif voisin de Bohême. Il semble qu'il en soit de même au delà du Danube, avec le premier chaînon carpathique, puisque les mêmes blocs exotiques caractérisent la zone du Waschberg. A ce sujet la situation de cette zone du Waschberg est extrêmement instructive. Sa direction est parallèle à celle du bord oriental du massif moravo-tchèque, dont elle est séparée par la dépression molassique. On pourrait donc l'interpréter comme une zone plus interne du massif morave de FR. SUESS. Mais on peut avec plus de raisons, me semble-t-il, la considérer comme le premier élément du bord carpathique. Car nous savons qu'elle correspond en quelque

sorte à la région helvétique distinguée dans les Alpes en tant qu'élément le plus externe de cette chaîne.

VIII. L'extension vers le Sud de la zone ultrahelvétique en Autriche.

En rattachant la zone des klippes à celle du Flysch et en les considérant l'une et l'autre comme les éléments d'un même géosynclinal, en tout cas d'une même zone de sédimentation — car il importe de ne pas individualiser de façon trop absolue le géosynclinal ultrahelvétique qui reste plutôt une zone de passage entre le domaine helvétique et le domaine pennique — on supprime un intermédiaire commode faisant le pont vers les Alpes calcaires septentrionales attribuées en majeure partie à la couverture sédimentaire des nappes austro-alpines supérieures (nappes de Bavière de E. HAUG).

En Suisse on admet que le Flysch du Niesen représente l'élément stratigraphique pennique faisant suite au Flysch ultrahelvétique. Cependant, la mise en question de l'âge d'une partie de ce Flysch (lit. 53) pose de nouveaux problèmes qui ne peuvent être abordés ici.

En Autriche, les relations entre le Flysch crétacé et les Couches de Gosau, dont les parties septentrionales accusent un faciès Flysch incontestable, sont également loin d'être résolues. Si la plupart des géologues autrichiens, tout comme les géologues bavarois, admettent un passage stratigraphique du Flysch aux couches de Gosau (GEYER, SPENGLER, KOBER, etc.), quelques autres toutefois inclinent à voir dans la série de Gosau une formation nettement distincte du Flysch (FR. SUESS, lit. 79 et P. SOLOMONICA, lit. 77). Il faut également noter l'analogie de faciès qui a marqué en Autriche, en particulier dans la région à l'E de Salzbourg, la fin du Crétacé (marnes rouges à inocérames) et qui s'est étendue depuis le socle helvétique jusque vers la marge des Alpes calcaires septentrionales, donnant nettement l'impression d'une continuité stratigraphique entre le domaine ultrahelvétique et la région marginale des Alpes calcaires.

De même la présence du Tertiaire inférieur au S de Salzbourg et dans les environs de Reichenhall en Bavière pose un problème paléogéographique intéressant et pas encore résolu entièrement. Selon J. BOUSSAC il s'agirait de dépôts nummulitiques plus jeunes que ceux de la zone de Flysch et de la zone helvétique (Kressenberg-Mattsee). En particulier la présence de *Nummulites Fabianii* et d'orthophragmines amène BOUSSAC à donner à ces dépôts un âge priabonien. Comme on ne connaît dans les zones helvétique et ultrahelvétique des Alpes orientales aucun dépôt plus récent que le Lutétien-Auversien, on est à se demander d'où a pu venir cette ingression, dans le domaine des Alpes calcaires, d'une mer priabonienne. Il y a presque nécessité paléogéographique d'admettre que cette ingression, d'ailleurs locale, dans la région des Alpes septentrionales, vient de la mer beaucoup

plus vaste qui a dû s'étendre sur tout le domaine des régions helvétique et ultrahelvétique. Il y a là une question surtout d'ordre paléontologique à éclaircir, d'autant plus qu'il ne semble pas y avoir de lacune importante entre les couches crétacées du Nierenthal et les formations éocènes qui les surmontent. C'est ainsi que dans une publication récente de M. SCHLAGER sur la région de l'Untersberg (lit. 70), on constate que la majeure partie des couches du Nierenthal distinguées sur la carte géologique au 1:75.000 de FUGGER & BITTNER est attribuée à l'Eocène. Cette publication est d'ordre surtout tectonique de sorte que l'auteur ne définit pas ce qu'il entend exactement par l'Eocène.

Enfin, et c'est là une constatation très importante, entre les séries ultrahelvétiques antérieures au Flysch et les séries des nappes les plus externes des Alpes calcaires, nappe de Frankenfels et nappes de Lunz, existent des analogies stratigraphiques et de faciès incontestables. On peut se demander dès lors si vraiment tout est austroalpin supérieur dans les Alpes calcaires septentrionales. Comme on le voit il y a encore quantité de problèmes non résolus et qu'il faudra un jour ou l'autre mettre au point.

Mais pour aujourd'hui il paraît préférable de se tenir à ce qui semble assez évident et qui peut servir de point de départ:

1) Que la zone de Flysch et la zone des klippes en Autriche sont les éléments d'une seule unité tectonique.

2) Que cette zone de sédimentation, par ses faciès et mieux encore par les débris qu'elle contient sur toute sa longueur, est la continuation orientale de la zone ultrahelvétique de la Suisse, donc des Préalpes inférieures.

3) Que les matériaux exotiques ne sont « exotiques » qu'en apparence, car ils doivent provenir non de chaînes étrangères à ce géosynclinal, mais de son tréfonds même.

Bibliographie.

1. ABEL, O.: Die Tithonschichten von Niederfellabrunn. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1897.
2. ABEL, O.: Die Beziehungen des Klippengebietes zwischen Donau und Thaja zum karpathischen Gebirgssystem. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1899.
3. ABEL, O.: Aufnahmebericht über das Flyschgebiet des Blattes Kirchdorf. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1907—1909.
4. ANDRUSSOF, D.: Notes sur la géologie des Carpathes du Nord-Ouest: VI. Subdivisions stratigraphiques de la couverture des Klippes. Sbornik Stat. Geol. Ustavu Ceskoslov. Rep. Sv. IX, Roc. 1930.
5. ANDRUSSOF, D.: Notes sur la géologie, etc.: V. Considérations sur la tectonique et la palégéographie des Carpathes du Nord-Ouest. Sbornik etc. IX, Roc. 1930.

6. AMPFERER, O.: Geologische Untersuchungen über die exotischen Gerölle und Tektonik der niederösterreichischen Gosauablagerungen. Denkschr. k. k. Akad. Wiss., Math.-Natw. Klasse 96, Wien, 1918.
7. ARBENZ, P.: Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, 64, 1919.
8. ARGAND, E.: Plissements précurseurs et plissements tardifs des chaînes de montagnes. Actes Soc. helv. Sc. nat., 101e sess. Neuchâtel, 1920.
9. BODEN, K.: Tektonische Fragen im oberbayrischen Voralpengebiet. Centralbl. f. Min. etc., 1922.
10. BODEN, K.: Geologisches Wanderbuch für die Bayerischen Alpen. Stuttgart, Enke, 1934.
11. BOUSSAC, J.: Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. Mém. p. servir à l'expl. carte géol. de France, 1911.
12. DEL NEGRO, W.: Zur Alpensynthese, Ergänzungen. Geol. Rundschau, XX, 1929.
13. DEL NEGRO, W.: Semmeringfenster und Alpensynthese. Verh. Geol. B.-Anstalt, 1931.
14. DEL NEGRO, W.: Beobachtungen in der Flyschzone und am Kalkalpenrand zwischen Kampenwand und Traunsee. Verh. Geol. B.-Anstalt, 1933.
15. FRIEDL, K.: Stratigraphie und Tektonik der Flyschzone des östlichen Wiener Waldes. Mitt. Geol. Ges. Wien, XIII, 1920.
16. FRIEDL, K.: Zur Tektonik der Flyschzone des östlichen Wiener Waldes. Mitt. Geol. Ges. Wien, XXIII, 1930.
17. FUGGER, E.: Das Salzburger Vorland. Jahrb. k.k. Geol. R.-Anstalt, 49, 1899.
18. FUGGER, E.: Flyschbreccie am Kollmannsberge bei Gmunden. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1901.
19. FUGGER, E.: Die oberösterreichischen Voralpen zwischen Irrsee und Traunsee. Jahrb. k. k. Geol. R.-Anstalt, 53, 1903.
20. GEYER, G.: Über die Granitklippe mit dem Leopold von Buch-Denkmal im Pechgraben bei Weyer. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1904.
21. GEYER, G.: Über die Gosaubildungen des unteren Ennstales und ihre Beziehungen zum Kreideflysch. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1907.
22. GEYER, G.: Über die Schichtfolge und den Bau der Kalkalpen im unteren Enns- und Ybbstal. Jahrb. k. k. Geol. R.-Anstalt, 59, 1909.
23. GEYER, G.: Über die Kalkalpen zwischen dem Almtal und den Traungebiet. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1911.
24. GEYER, G.: Aus den Kalkalpen zwischen dem Steyer- und Almtal. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1910.
25. GEYER, G.: Über die Querverschiebungen am Traunsee. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1931.
26. GLASSNER, M.: Geologische Studien in der äusseren Klippenzone. Jahrb. Geol. B.-Anstalt, 81, 1931.
27. GÖTZINGER, G.: Aufnahmebericht im Bereich der Flyschzone. Verh. Geol. B.-Anstalt, 1928—1932.
28. GÖTZINGER, G.: Aufnahmebericht über Blatt Salzburg. Verh. Geol. B.-Anstalt, 1934—1935.
29. GÖTZINGER, G. & LEITER, H.: Exkursion der k. k. geograph. Gesellschaft auf den Michelberg. Mitt. k. k. Geogr. Ges. 1913.
30. GÖTZINGER, G. & BECKER, H.: Zur geologischen Gliederung des Wienerwaldflysches. Jahrb. k. k. Geol. B.-Anstalt, 82, 1932.
31. GÖTZINGER, G. & Becker, H.: Neue Fossilfunde im Wienerwald-Flysch. Anzeiger Akad. Wiss. Wien, No. 10, 1932.
32. GÖTZINGER, G. & BECKER, H.: Zur Stratigraphie des Wienerwald-Flysches östlich der Traisen. Anzeiger Akad. Wiss., Wien, No. 3, 1933.

33. GÖTZINGER, G. & BECKER, H.: Neue Fährtenstudien im ostalpinen Flysch. Senckenbergiana, 16, 1934.
34. GÖTZINGER, G. & BECKER, H.: Neue geologisch-stratigraphische Untersuchungen im Flysch des Wienerwaldes. Anzeiger Akad. Wiss., Wien, No. 3, 1934.
35. HAHN, F.: Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. Mitt. Geol. Ges. Wien, VI, 1913.
36. HAUG, E.: Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes occidentales. Bull. Soc. géol. de France, (4) 25, 1925.
37. HERITSCH, F.: Habkern und Pechgrabengranit. Eclogae geol. Helv. 19, 1925.
38. HUBER, H.: Die Sattelzone von Adelboden. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1933.
39. JAEGER, R.: Grundzüge einer stratigraphischen Gliederung der Flyschbildungen des Wienerwaldes. Mitt. Geol. Ges. Wien, VII, 1914.
40. KOBER, L.: Bau und Entstehung der Alpen. Berlin, Bornträger, 1923.
41. KOBER, L.: Geologie der Landschaft um Wien. Wien, Springer, 1926.
42. KOCKEL, C. W.: Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. Mitt. Geol. Ges. Wien, XV, 1922.
43. KOCKEL, C. W.: Beitrag zur Kenntnis der Grenze zwischen Germanischem und Mediterranem Meeresbereich im jüngeren Mesozoikum der Ostalpen. Sitzber. Natf. Ges. Leipzig, 45—48 (1918—21), 1922.
44. KOHN, V.: Geologische Beschreibung des Waschbergzuges. Mitt. Geol. Ges. Wien, IV, 1911.
45. KÖNIG, A.: Geologische Beobachtungen in der Umgebung des Attersees. Museum Francisco-Carolinum, Linz, 1907.
46. KRAUS, E.: Neue Spezialforschungen im Allgäu. Geol. Rundschau, 18, 1927.
47. KRAUS, E.: Neues über die bayerischen Alpen. Mitt. Geol. Ges. Wien, XXII, 1929.
48. KRAUS, E.: Über Flysch und Molasse im Allgäu. Geol. Rundschau, 20, 1929.
49. KRAUS, E.: Der Nordalpine Kreideflysch: Geolog. Forschungen im Allgäu und im Vorarlberg. Geol. u. Palaeont. Abh., N. F. 19, Abh. 2, 1932.
50. KRAUS, E.: Der bayerisch-österreichische Flysch. Abh. Geol. Landesuntersuch. Bayr. Oberbergamt, Heft 8, 1932.
51. KRAUS, E.: Über den Schweizer Flysch. Eclogae geol. Helv. 25, 1932.
52. KÜHN, O.: Das Danien der äusseren Klippenzone bei Wien. Geol. u. Palaeont. Abh. N. F. 17, Abh. 5, 1930.
53. LIEBUS, A.: Neue Foraminiferen-Funde aus dem Wienerwald-Flysch. Verh. Geol. B.-Anstalt, 1934.
54. LEUPOLD, W.: Neue mikropalaeontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen. Eclogae geol. Helv., 26, 1933.
55. LUGEON, M.: Sur l'origine des blocs exotiques du Flysch préalpin. Eclogae geol. Helv., 14, 1916.
56. NOVAK, J.: Über den Bau der Kalkalpen in Salzburg und im Salzkammergut. Bull. intern. Acad. Sc. Cracovie, 1911.
57. PETRASCHEK, W.: Zur Frage des Waschberges und der alpin-karpatischen Klippen. Verh. k. k. Geol. R.-Anstalt, 1914.
58. PETRASCHEK, W.: Tektonische Untersuchungen am Alpen- und Karpathenrand. Jahrb. Geol. B.-Anstalt, 70, 1920.
59. RABOWSKI, F.: Les klippes et leur rôle dans la chaîne carpathique. Bull. Serv. géol. de Pologne, III, 1925.
60. RICHTER, M.: Die Nordalpine Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg. Centralbl. für Min. etc., 1922.
61. RICHTER, M.: Der Nordrand der oberostalpinen Geosynklinale. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 75, 1923.

62. RICHTER, M.: Die Stellung der nordalpinen Flyschzone im Rahmen der Ostalpen. Geol. Rundschau 15, 1924.
63. RICHTER, M.: Das Problem des alpinen Wildflysch. Geol. Rundschau 18, 1927.
64. RICHTER, M.: Die nördliche Flyschzone zwischen Salzburg und Wien. Centralbl. f. Min. etc., 1929.
65. RICHTER, M.: Der ostalpine Deckenbogen, eine neue Synthese zum ostalpinen Decken. Jahrb. Geol. B.-Anstalt, 80, 1930.
66. RICHTER, M.: Oberjura und Oberkreide am Nordrand der Alpen. (Geol. Rundschau 24, 1933, Titel).
67. RICHTER, M.: Alter und Stellung der südbayrischen Flyschzone. Centralbl. f. Min. etc., 1933.
68. RICHTER, M., KOCKEL, C. W. & STEINMANN, H. G.: Geologie der bayrischen Berge zwischen Lech und Loisach. Wiss. Veröffentl. deutsch. u. österr. Alpenverein, 10, 1931.
69. SCHAFFER, F.: Geologische Geschichte und Bau der Umgebung Wiens. Wien, Deuticke, 1927.
70. SCHLAGER, M.: Zur Geologie des Untersberges bei Salzburg. Verh. Geol. B.-Anstalt, 1930.
71. SCHLOSSER, M.: Die Eozänfaunen der bayrischen Alpen. Abh. Bayr. Akad. Wiss., Math. Abt. XXX, Bd. 7, 1925.
72. SCHUBERT, R.: Über mitteleozäne Nummuliten aus dem mährischen und niederösterreichischen Flysch. Verh. Geol. R.-Anstalt, 1913.
73. SCHWINNER, R.: Variscisches und alpines Gebirgssystem. Geol. Rundschau 24, 1933.
74. SOLOMONICA, P.: Geologische Untersuchungen im Gebiete des Buchdenkmales. Mitt. Geol. Ges. XXVI, 1933.
75. SOLOMONICA, P.: Eine neue Klippe im Flysch W. der Traisen. Verh. Geol. B.-Anstalt, 1934.
76. SOLOMONICA, P.: Die Grenzregion zwischen Flysch und Kalkalpen von der Traisen zur Mank. Akad. der Wiss., Sitz.ber. Math. Natw. Kl., Wien, 1934.
77. SOLOMONICA, P.: Zur Geologie der sogenannten Kieselkalkzone am Kalkrande bei Wien und der angrenzenden Gebiete. Mitt. Geol. Ges. Wien, XXVII, 1934.
78. STAUB, R.: Der Bau der Alpen. Beitr. geol. Karte d. Schweiz, N. F. 52, 1924.
79. SUESS, FR. E.: Grundsätzliches zur Entstehung der Landschaft von Wien. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 81, 1929.
80. TERCIER, J.: Sur le Flysch de la Berra et le problème de l'origine du Flysch des Préalpes externes. Bull. Soc. Fribourg. Sc. nat., 1925.
81. TERCIER, J.: Les faciès du Crétacé supérieur et du Nummulitique dans la région d'Habkern. Eclogae geol. Helv. 21, 1928.
82. TERCIER, J.: Géologie de la Berra. Mat. carte géol. de la Suisse, N. S. 60, 1928.
83. TRAUTH, F.: Zur Tektonik der subalpinen Grestener Schichten Österreichs. Mitt. Geol. Ges. Wien, I, 1908.
84. TRAUTH, F.: Die Grestener Schichten der österreichischen Voralpen und ihre Fauna. Beitr. z. Pal. u. Geol. Öst.-Ungarns, XXII, 1909.
85. TRAUTH, F.: Die Neuhauser Schichten, eine litorale Entwicklung des alpinen Bathonien. Verh. Geol. R.-Anstalt, 1919.
86. TRAUTH, F.: Über die Stellung der „pieninischen Klippenzone" und die Entwicklung des Jura in den niederösterreichischen Voralpen. Mitt. Geol. Ges. Wien, XIV, 1921.
87. TRAUTH, F.: Geologie der Umgebung von Ybbsitz. Geschichte des Marktes Ybbsitz, 1928.

88. TRAUTH, F.: Geologie der Klippenregion von Ober-St. Veit und des Lainzer Tiergartens. Mitt. Geol. Ges. Wien, XXI, 1928.

89. TRAUTH, F.: Geologische Beobachtungen im östlichen Wienerwald. Mitt. Geol. Ges. Wien, XV, 1922.

90. TRAUTH, F.: Geologische Studien in den westlichen niederösterreichischen Voralpen. Anzeiger Akad. Wiss., No. 9, Wien, 1934.

91. VETTERS, H.: Über geologische Beobachtungen im Wiessenbachtale bei St. Veit a. d. Gölzen und einige Gedanken über den Bau der benachbarten Flyschzone. Jahrb. Geol. B.-Anstalt, 77, 1927.

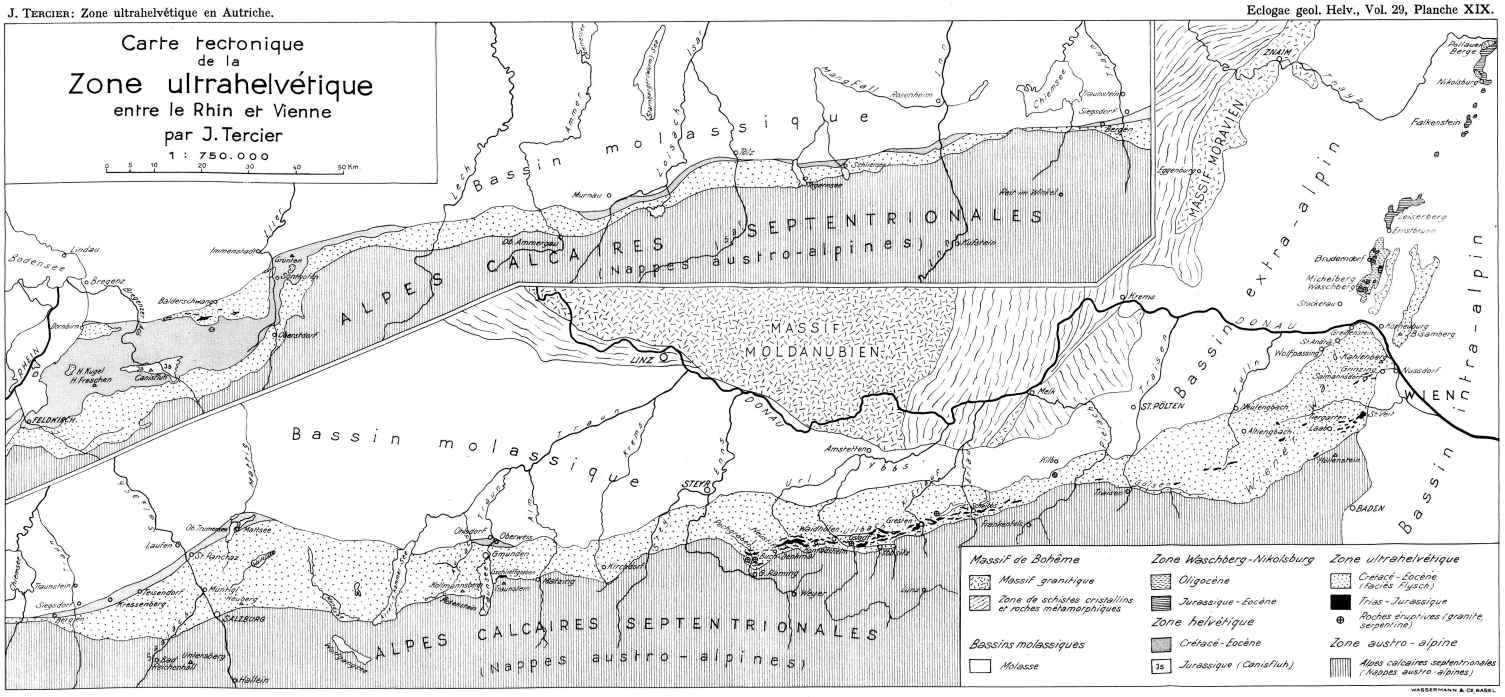
92. VETTERS, H.: Aufnahmebericht über Blatt Ybbs. Verh. Geol. B.-Anstalt, 1929—1933.

Manuscrit reçu le 12 novembre 1935.

Série stratigraphique de la zone ultrahelvétique.

~~~~ = Base du faciès Flysch

	Suisse occidentale	Suisse orientale — Vorarlberg	Bavière	Région de Salzbourg—Traunsee	Région de Waidhofen	Région de Scheibbs	Wienerwald et zone des klippes (Ober St. Veit, Lainzer Tiergarten)
Oligocène **Eocène** **Paléocène**	— Grès du Gurnigel Wildflysch	— Grès à nummulites Wildflysch	Grès à nummulites Calc. bréchoïde à nummulites	Grès à nummulites Calcaire à nummulites	Grès à nummulites Calcaire à nummulites	Grès glauconieux à nummulites	Grès de Greifenstein / Grès de Laab
Crétacé	Sénonien: Couches de Leimern Turonien: Calcaires et marnes Albien Barrémien-Aptien Hauterivien Valanginien Berriasien (Sédimentation cyclique, avec nombreuses ammonites)	Sénonien: Marnes, local. faciès Wildflysch Turonien: Calcaires et marnes Barrémien-Aptien: Couches du Drusberg	Marnes rouges avec grès Couches à ciment (à la base, faciès Wildflysch) Couches à Orbitolines	Marnes rouges et grès à inocérames Flysch à inocérames (Flysch de Muntigl ou de Salzbourg)	Schistes bariolés ? Couches à inocérames Flysch néocomien	Schistes bariolés Couches à inocérames Flysch néocomien	Schistes bariolés ? Couches à inocérames / Grès glauconieux Flysch néocomien
Jurassique	Calcaire tithonique à *Aptychus* Malm Dogger Lias (Succession complète des étages avec abondantes zones à ammonites)	Calcaire gréseux à *Aptychus* (Fläscherberg)	Calcaire à *Aptychus*	? ? Manque à l'affleurement Lias: Couches de Gresten (Gschlieffgraben)	Marnes et calcaires à *Aptychus* (Tithonique-Valanginien) Malm Dogger Lias (Succession complète des étages avec abondantes zones à ammonites)		
Trias supérieur	Marnes bariolées Dolomie et corgneule Gypse				Couches de Kössen Corgneule, Dolomie		Couches de Kössen
Soubassement cristallin	Connu seulement en dépôts secondaires dans le Flysch, accessoirement dans la série jurassique				Granite du Buch-Denkmal	Serpentine de Kilb ?	En dépôts secondaires dans le Flysch
~~~~


Carte tectonique
de la
Zone ultrahelvétique
entre le Rhin et Vienne
par J. Tercier
1 : 750.000
0 5 10 20 30 40 50 Km
Bassin molassique
ALPES CALCAIRES SEPTENTRIONALES
(Nappes austro-alpines)
MASSIF MOLDANUBIEN
Bassin extra-alpin
Bassin intra-alpin
MASSIF MORAVIEN
Massif de Bohême
Massif granitique
Zone de schistes cristallins et roches métamorphiques
Bassins molassiques
Molasse
Zone Waschberg-Nikolsburg
Oligocène
Jurassique-Eocène
Zone helvétique
Crétacé-Eocène
Js Jurassique (Canisfluh)
Zone ultrahelvétique
Crétacé-Eocène (faciès Flysch)
Trias-Jurassique
Roches éruptives (granite, serpentine)
Zone austro-alpine
Alpes calcaires septentrionales (Nappes austro-alpines)
WASSERMANN & CIE. BASEL