

**Paléogéographie alpine. Synthèses récentes,**

par AUGUSTIN LOMBARD.

**INTRODUCTION.**

L'exposé qui va suivre n'a pas la prétention de vous apporter des idées personnelles. J'ai cependant pensé vous intéresser en résumant quelques tendances nouvelles de la géologie alpine et en vous apportant les résultats condensés de recherches récentes dans le domaine alpin occidental et dans celui de la Méditerranée centrale en particulier. Vous trouverez mes sources de références dans la liste bibliographique résumée qui suit ce travail et j'illustre cette conférence de figures simplifiées empruntées aux auteurs cités.

Vers 1925, mon Maître, L. W. COLLET, aimait à conduire ses étudiants au Salève et il leur interprétait le paysage haut-savoyard suivant les théories en cours, citant E. ARGAND, M. LUGEON, R. STAUB, E. HAUG, P. TERMIER, CH. LORY.

Le Mont-Blanc marquait d'un puissant bourrelet le bord de la plate-forme Europe. Sa couverture sédimentaire s'était plissée sur un socle à la surface plane et régulière. Contre sa masse rigide étaient venues déferler les nappes penniques et leurs masses plastiques. C'était le contenu d'un géosynclinal considéré comme une aire profonde, assez étroite, siège d'un métamorphisme global dont seules avaient échappé quelques rides géantoclinales, préformation des futures nappes du Valais et des Grisons. Un arrière-pays africain avait serré ce matériel dans un puissant étau et la couverture de cette « terre d'Afrique » avait débordé pour former les « masses exotiques » (SCHARDT, 1898) que sont les Préalpes romandes et chablaisiennes. Seule une dérive continentale pouvait expliquer un pareil rétrécissement de la croûte terrestre. Des poussées tangentielles étaient supposées; elles produisaient ces préalpes, couchaient les plis helvétiques et empilaient les masses penniques.

Que de progrès ont été accomplis dans la connaissance des Alpes depuis ces lointaines années ! C'est surtout dans les Alpes franco-italiennes que l'exploration du terrain va se développer.

Aux patientes études des précurseurs et de l'École de Grenoble (M. GIGNOUX et L. MORET, 1937) en particulier, s'ajoutent maintenant les études des successeurs de celle-ci; la relève des tectoniciciens vient également d'autres centres géologiques de France et d'Italie.

Ces recherches couvrent le Briançonnais, la Haute-Durance, la Vanoise; elles débordent dans les Alpes-Maritimes pour passer en Italie.

Dans ce dernier pays, les études progressent non seulement dans les Alpes mais dans toute la péninsule et en Sicile.

En Suisse, les études de détail se poursuivent sur le plan régional et permettent d'établir des corrélations et des synthèses en relation avec les Alpes franco-italiennes.

La paléogéographie des aires alpines et le tracé de zones isopiques sont l'un des objectifs premiers de la recherche contemporaine. Les grandes synthèses sont d'autant plus difficiles à établir que les axes des plis de l'orogène traversent obliquement les aires isopiques originales et les détruisent partiellement. Le déroulement palinspastique des nappes oblige donc à tracer des raccords souvent très délicats.

De ces travaux se dégagent de nouvelles conceptions. Parmi celles qui marquent fortement la pensée des géologues alpins depuis une vingtaine d'années, il faut mentionner la tectonique par *écoulement de gravité*. Elle remplace en partie la notion des poussées tangentielles et va beaucoup modifier les hypothèses sur le rétrécissement de l'orogène et de l'amplitude des charriages (P. GIDON, 1964).

Le géosynclinal est désormais considéré comme un domaine beaucoup plus vaste et plus complexe que jusqu'ici (R. TRÜMPY, 1960). Son tréfond n'est plus marqué par de grandes rides-cordillères, embryons des grands plis couchés, mais il consiste en belts ou bassins allongés entre failles dont le fond bascule. Ce fond présente un bord externe, souvent émergé et une partie inclinée du côté interne à sédimentation profonde.

Une autre conception complémentaire de la tectonique dérive de la *paléosédimentation*, considérée en fonction de l'orogénèse.

### Orogénites.

La mobilité d'un bassin se traduit par des variations de lithologies, d'épaisseurs et par des changements rapides de faciès. Une phase orogénique entraîne des discordances et des

lacunes. Elle se marque par des apports détritiques; le paroxysme est précédé par un dépôt de flysch. Chaque bassin soumis à ce régime possède un flysch caractéristique. Lorsque ces flysch sont typiques et possèdent réellement tous les critères qui répondent à leur définition, on les groupe en *orogénites*. Il ne faut pas les confondre avec les *pseudorogénites*, terme sous lequel on classe des formations qui simulent un lithofaciès orogénique de flysch. Dans ce cas quelques caractères seulement indiquent que le bassin a été partiellement soumis aux conditions d'un orogène. Citons le Lias moyen du versant sud des Alpes (Mte Generoso), le Jurassique moyen des Préalpes médianes, le Lias ultrahelvétique, la molasse subalpine, etc. D'autre part, un vrai flysch peut être *mio-*, c'est-à-dire limité à des grès fins subordonnés eux-mêmes à des schistes silteux (Autochtone subalpin). Dans certains bassins, il sera *wild* avec des brèches et des conglomérats polygéniques (Niesen, Habkern) ou encore *ortho-* avec un style bien réglé grésoschisteux de laminites et de turbidites. Insistons : On doit classer les vrais flysch dans les *orogénites* en partant de plusieurs critères génétiques et descriptifs, les isolant nettement de formations parfois analogues mais ne leur ressemblant que par le lithofaciès seul. Ce dernier critère ne suffit pas; des pseudo-flysch ont été fâcheusement assimilés au faciès de flysch *ortho-* par des esprits mal informés ou séduits par un terme à la mode. Le terme de *pseudorogénites*, de pseudo-flysch à la rigueur, doit absolument leur être réservé (DZULINSKI, S. et SMITH, A., 1964).

#### **Épirogénites et cratogénites.**

Les conditions tectoniques règlent non seulement le faciès des phases orogéniques mais encore les formations des séries de grandes aires épirogéniques ou de dépôts de cratons.

Les rythmes de marnes, marno-calcaires et calcaires sont bien connus, en particulier dans l'Helvétique. Ils sont fonction du jeu très progressif d'apports de colloïdes terrigènes lointains, émis par des mouvements tectoniques amortis. Ils étouffent la sédimentation calcaire pendant un temps. Celle-ci se rétablira peu à peu, à l'échelle du temps géologique, à mesure que se purifie l'eau du bassin et que diminuent les apports terrigènes. Les effets climatiques, biorexistasiques et autres s'ajoutent temporairement et localement mais sont subordonnés au lithofaciès.

### Stratonomie.

L'étude des propriétés stratonomiques des séries apporte sinon une preuve, tout au moins un nouvel argument démonstratif du rôle de la tectonique sur la sédimentation et la mise en place des sédiments.

La disposition des flysch en strates minces ou épaisses, lenticulaires ou très étendues, reflète une partie des conditions paléotectoniques suivant un processus complexe, d'après lequel se sont mis en place les sédiments terrigènes.

Une série orogénique de type *ortho-* est caractérisée sur le plan descriptif par deux caractères dominants : *ses termes lithologiques et sa stratonomie.*

Ses *termes lithologiques* sont essentiellement détritiques et polygéniques, couvrant une gamme qui s'étend des conglomérats grossiers aux grès, silts et colloïdes, voire aux calcaires. La succession de ces termes est quelconque (ce qui est rare) ou séquentielle. Dans ce cas, les séquences comprennent deux ou plusieurs termes qui se répètent, formant alors une série rythmique. L'étude précise des termes, de leurs séquences, de leur évolution et de leurs paramètres statistiques a conduit quelques auteurs à classer les flysch suivant des caractères qualitatifs bien déterminés (LOMBARD, 1963, BOUMA, 1964).

La première conclusion de ces travaux c'est qu'il n'existe pas de flysch typique et standardisé, mais qu'il y a au moins *un flysch par bassin orogénique.*

Plusieurs provinces sédimentaires s'individualisent dans ces bassins; chacune a son caractère et sa stratigraphie propres. On nommera « patrie », suivant P. FALLOT, l'aire ou le bassin d'où vient l'une des séries devenue nappe par la suite. Elle comprendra du Mésozoïque et se terminera le plus souvent par un flysch.

L'analyse fine des caractères sédimentologiques d'une nappe permet de reconstituer, étage par étage, les conditions paléogéographiques de sa patrie d'origine. De proche en proche, cette reconstitution a été étendue par les géologues en partant des Alpes occidentales jusqu'à l'Apennin et aux Hellénides; c'est de ces grandes unités qu'il va être question. Le point de départ sera choisi dans la Méditerranée centrale.

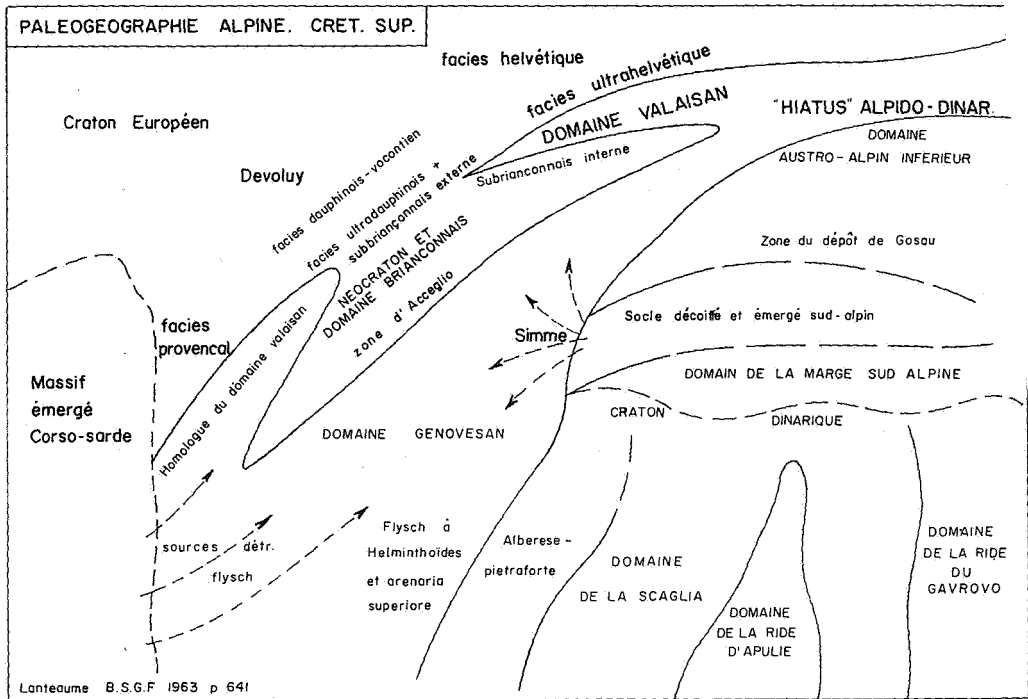


FIG. 1. — Provinces paléogéographiques du domaine alpin au Crétacé supérieur. Région des Alpes occidentales.

Adapté d'après G. LANTEAUME, 1963.

**La transversale de Gênes au Crétacé supérieur (LANTEAUME, 1963).**

Suivant une radiale qui passe par l'Esterel et Gênes, on traverse un certain nombre d'unités qui sont les suivantes, d'Ouest en Est : le massif des Maures-Esterel; il se rattache au socle du craton Europe, comme l'Argentera. La couverture sédimentaire est décollée; elle présente, en Provence, des marnes calcaires pélagiques. On retrouve ces formations dans le domaine dauphinois et vocontien, puis elles s'engagent dans le domaine ultradauphinois où elles conservent un caractère profond. Cet Ultradauphinois se rapproche d'ailleurs du Subbriançonnais externe, de celui du Morgon et des Préalpes médianes. C'est une zone de suture miogéosynclinale mobile qui borde l'extérieur du néocraton briançonnais. Le Bouclier briançonnais est allongé. La série sédimentaire qui le couvre montre des faciès

tels que ceux de l'Embrunnais, du Subbriannais, d'Escreins, prouvant que dans l'ancien géosynclinal, il a existé un socle rigide et mobile sur lequel se sont déposés des séries néritiques et des calcschistes planctoniques grésocalcaires. On est tenté de lui adjoindre le domaine valaisan avec lequel il présente quelque similitude.

Ce Briançonnais néocratonique est le bourrelet liminaire du craton européen. Sa bordure (zone d'Acceglio) est une marge mobile à schistes, brèches (nappes de la Brèche) et turbidites qui datent du Jurassique moyen au Jurassique supérieur.

Au-delà de cette marge, on pénètre dans le domaine piémontais (genovésan pro parte). C'est une aire eugéosynclinale qui se comble de flysch à helminthoïdes, d'« arenaria superiore » et de schistes lustrés. Ils sont plus profonds à proximité du Briançonnais que dans le reste du bassin. Cette vaste région correspond à un « hiatus » du socle (L. GLANGEAUD, 1963). C'est un des éléments majeurs de la paléogéographie des Alpes occidentales.

Il s'y formera une zone de serrage au cours du plissement, zone passant par Sestri et Voltaggio; elle sépare les plis déversés vers l'Ouest de ceux dirigés vers l'Est et l'Apennin.

Les sources de détritiques sont situées dans le massif émergé corso-sarde. La nappe de la Simme dont la patrie se situe au bord interne du Piémont est alimentée par un socle sud-alpin décoiffé et émergé.

Ce socle allongé d'Ouest en Est divise le domaine oriental du géosynclinal alpin en différentes provinces nettement séparées.

Au Nord se situe le domaine austro-alpin inférieur. Il est bordé dans sa partie méridionale par les détritiques de Gosau.

Au Sud, on trouve le domaine des sédiments dits *alberese-pietraforte*, celui de la *Scaglia* avec ses marno-calcaires planctiques, et celui de la ride d'*Apulie*. Tous trois forment un élément dont le socle est peu cratonisé. Le vrai craton se trouve encore plus à l'Est, dans l'ensemble balkano-dinarique.

La *Scaglia* argilo-calcaire est un faciès pélagique bathyal. Il s'étend actuellement dans les Alpes du Sud en Toscane, Marches, Ombrie et Ionie.

L'autochtone des Apuanes consiste en schistes métamorphiques accompagnés de marbres, phanites et jaspes.

Des Abruzzes à la Campanie et à la Calabre s'étendent des calcaires récifaux au Crétacé supérieur. C'est une ride qui va trouver sa prolongation dans les Hellénides orientales.

Au Sud du craton européen se développe le craton africain. Il est bordé de flysch mésozoïque avec des roches vertes. Cette même bordure s'engage autour de la mer Tyrrhénienne et rejoint les formations du Genovésan.

La mer Tyrrhénienne correspond à un amincissement du Sial. Il en part des fractures majeures, soulignées par de la sismicité, du volcanisme et des anomalies de pesanteur.

Des formations molassiques occupent, dès le Plio-Quaternaire, la dépression du Pô qui se prolonge jusque dans les Marches.

**L'ensemble italo-dinarique** (L. GLANGEAUD, J. AUBOIN, 1960).

Le cadre donné jusqu'ici pour cette vaste unité alpine est d'ordre paléogéographique. Il manque encore une synthèse structurale avec des profils basés sur des observations systématiques et détaillées du terrain.

La région dinarique-hellénique présente de grandes zones isopiques jurassiques-crétacées, parallèles entre elles et orientées du NNW au SSE.

D'Ouest en Est, on traverse les zones suivantes :

1. Zone préapulienne ou zone de Paxos d'après C. RENZ. C'est la marge orientale de la ride de récifs amorcée en Apulie. Elle passe par les îles de Paxos et Cephalinia. La sédimentation y est néritique et les plis autochtones.

2. Zone ionienne, à sédimentation pélagique. Elle s'étend sur l'Épire, l'Akarnanie et l'Acadie au Péloponnèse. Les plis sont autochtones.

3. Zone du Gavrovo ou de Tripoliza. Ride à sédimentation récifale autochtone. Elle suit l'Est de l'Épire, et passe en Arcadie et en Laconie.

4. Zone du Pinde. C'est un sillon à sédimentation pélagique suivant la Thessalie, l'Akhaïe et la Mécénie.

Les terrains sont plissés et charriés vers l'Ouest. Elle forme le plus gros du système montagneux de Grèce.

5. Zone du Parnasse. Haut-fond à sédimentation récifale qui s'insère entre le sillon du Pinde et la zone subpélagonienne. Elle s'étend jusqu'à l'Argolide où elle détermine la zone de Trapezona.

6. Zone subpélagonienne. C'est une marge de faciès communs à la zone du Pinde et chevauchée par la nappe péla-

gonienne. Les schistes à ophiolites y jouent un rôle prépondérant. On les trouvera en Macédoine, en Thessalie et en Argolide.

7. La zone pélagonienne est une ride à sédimentation néritique ou récifale dont le tréfond cristallin est fractionné en bassins et en massifs. On la trouve aux confins yougoslaves-grecs, en Macédoine occidentale, dans le massif de l'Olympe où elle culmine en masses granitiques. Elle se prolonge dans le cap Sunion et dans les Cyclades.

8. Zone du Vardar. Des écailles s'y pressent, chevauchant la zone pélagonienne.

9. La zone du Rodope forme un ensemble rigide cristallin qui limite à l'Est les unités énumérées jusqu'ici.

Ce schéma ne serait pas complet si l'on ne mentionnait les fossés d'effondrement post-tectoniques, postérieurs à la formation des Hellénides. Ce sont la plaine de Thessalie, le golfe de Corinthe et la Macédoine grecque. Il s'y associe de la séismicité et du volcanisme (Santorin).

L'orogénèse alpine s'est déroulée en plusieurs phases. Pendant une première période, l'activité orogénique se place au Barrémien-Aptien dans les zones internes : pélagonienne, subpélagonienne et du Vardar. Le flysch se dépose au Nord du Pinde.

La deuxième période orogénique s'étend du Crétacé supérieur au Miocène. Les Hellénides acquièrent leur bâti actuel. Elle atteint des zones de plus en plus occidentales.

Le sens des poussées varie suivant les grands ensembles de l'orogène. Dans l'arc des Alpes occidentales, elles sont orientées vers l'extérieur, c'est-à-dire vers l'Ouest, dans les Alpes-Maritimes et le Briançonnais, vers le Nord-Ouest et le Nord dans les secteurs suisse et autrichien.

Le sillon tyrrhénien prolonge la zone de Sestri-Voltaggio. A l'Ouest, les plis se déversent vers l'Ouest, en particulier dans la Corse. A l'Est, les poussées sont dirigées vers l'Est et donnent lieu aux écoulements et charriages de Toscane et de l'Ombrie.

La mer Adriatique joue un rôle particulier car les plis des Dinarides convergent vers son axe, ainsi que ceux des Hellénides jusqu'à la zone du Vardar. Il faudra dépasser le massif du Rodope pour trouver le système plissé suivant, dirigé vers l'Est. C'est celui des Balkans. Il s'écoule vers le bassin valaque.



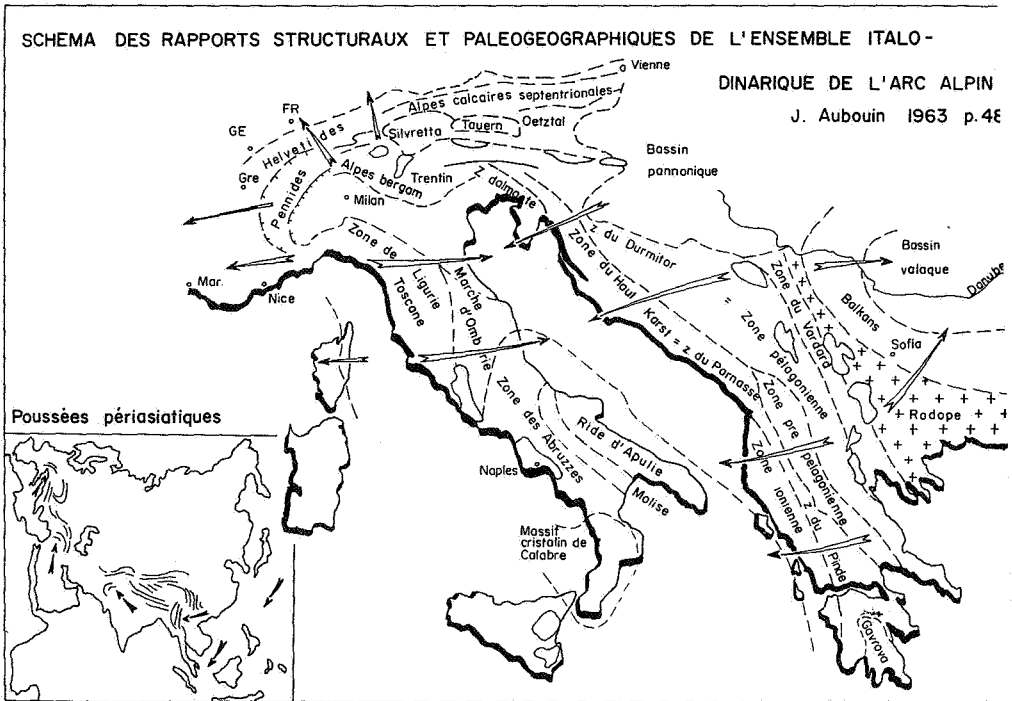


FIG. 2. — Ensembles structuraux de l'arc des Alpes occidentales aux Hellénides.

D'après J. AUBOIN, 1963.

Dans leurs synthèses, les auteurs français ont établi des systèmes de chaînes liminaires et biliminaires qui paraissent bien schématiques et rigides pour s'adapter à un ensemble qui présente des figures essentiellement souples et sinueuses. La tentative mérite cependant d'être mentionnée car elle met de l'ordre dans l'échelle des ensembles, dans un domaine qui jusqu'ici a été considéré comme fragmentaire et incohérent.

C'est également à l'échelle des grands ensembles que l'on a intégré le domaine alpin mésogéen aux poussées périasiatiques. Ainsi s'expliquerait la présence de roches vertes dans quelques eugéosynclinaux et la forme arquée de certains grands segments de la chaîne : Alpes occidentales, Balkans, Taurides (BRUNN, 1960).

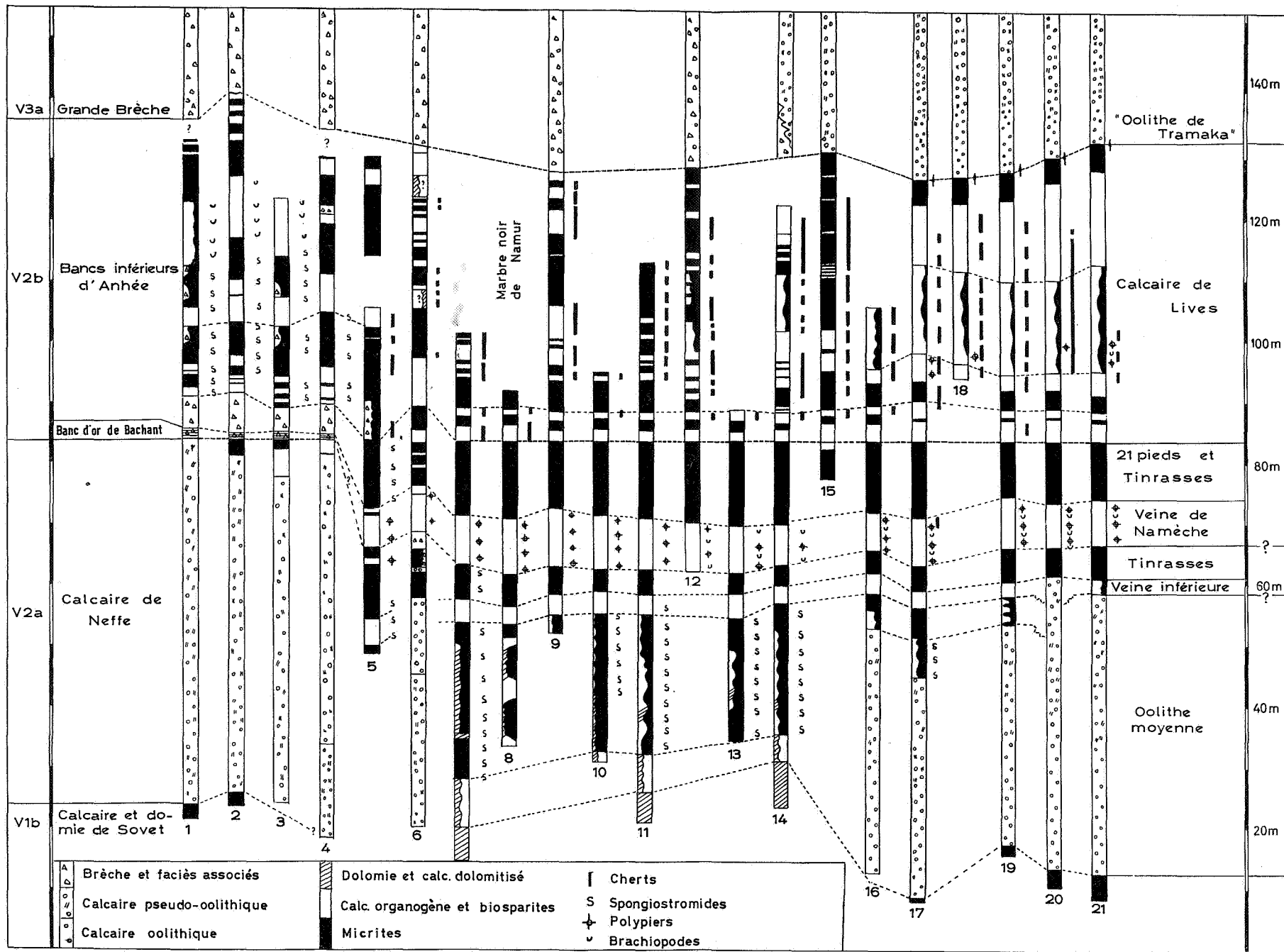


PLANCHE 1. — Microfaciès du Viséen moyen.

## BIBLIOGRAPHIE.

- AUBOIN, J. et BRUNN, J. H., 1960, Introduction à la séance sur la géologie des Dinarides. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. III, n° 4, pp. 363-365.)
- BARBIER, R., 1948, Les zones ultradauphinoises et subbriançonnaises entre l'Arve et l'Isère. (*Mém. Serv. Carte géol. de France*, Paris.)
- BRUNN, J. H., 1960, Les zones helléniques et leur extension. Réflexions sur l'orogénèse alpine. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. III, n° 4, pp. 470-486.)
- CAIRE, A., 1962, Les arcs calabro-siciliens et les relations entre Afrique du Nord et Apennin. (*Ibid.*, t. IV, n° 5, pp. 774-776.)
- COLLET, L. W., 1927, *The Structure of the Alps*. Ed. Arnold, London.
- DEBELMAS, 1955, Les zones subbriançonnaise et briançonnaise occidentale entre Vallouise et Guillestre (Hautes-Alpes). (*Mém. Carte géol. dét. France*, Paris.)
- DZULYNSKI, S. and SMITH, A., 1964, Flysch facies. (*Ann. Soc. géol. de Pologne*, vol. XXXIV, fasc. 1-2.)
- ELLENBERGER, FR., 1958, Étude géologique du Pays de Vanoise. (*Mém. Serv. Carte géol. de France*, Paris.)
- ELTER, P., 1962, Bref aperçu sur la géologie de l'Apennin au Nord-Ouest des Apuanes. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. IV, n° 5, pp. 668-674.)
- FALLOT, P., 1959, Résumé du cours de 1958-1959. (*Annuaire du Collège de France*, pp. 133-172.)
- GIANNINI, E. et TONGIORGI, M., 1962, Les phases tectoniques néogènes de l'orogénèse alpine dans l'Apennin septentrional. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. IV, n° 5, pp. 682-690.)
- GIDON, P., 1964, Courants magmatiques et évolution des continents. Masson, Paris.
- GIGNOUX, M. et MORET, L., 1937, Description géologique du bassin supérieur de la Durance. (*Trav. Lab. Géol. Univ. de Grenoble*.)
- GLANGEAUD, L. et CAIRE, A., 1962, Introduction à la séance sur la tectonique de l'Apennin, de la Calabre et de la Sicile. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. IV, n° 5, pp. 625 et 626.)
- GOGUEL, J., 1943, Introduction à l'étude mécanique des déformations de l'écorce terrestre. (*Mém. Serv. Carte géol. de France*, Paris.)
- GRANDJACQUET, CL. et GLANGEAUD, L., 1962, Structures mégamétriques et évolution de la mer Tyrrhénienne et des zones pérityrrhéniennes. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. IV, n° 5, pp. 760-773.)

- LANTEAUME, M., 1960-1963, L'origine de la nappe du flysch à Helminthoïdes et la liaison Alpes-Apennins. (*Livre Mém. Prof. P. Fallot*, t. II, pp. 257-272.)
- 1963, Considérations paléogéographiques sur la partie supposée des nappes de flysch à Helminthoïdes des Alpes et des Apennins. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. IV, n° 5, pp. 627-644.)
- LEMOINE, M., 1952 a, Le décollement de la couverture briançonnaise et ses conséquences. (*C. R. Acad. Sc*, t. 234, p. 1195.)
- LOMBARD, AUG. and GANSSER, A., 1962, Guidebook for the International Field Institute. The Alps 1962. (*A. G. I.*, Washington.)
- LOMBARD, AUG., 1963, Stratonomie des séries du flysch. (*Eclog. Geol. Helv.*, vol. 56, n° 2, p. 481.)
- MERLA, G., 1950, Geologia dell'Appennino settentrionale. (*Boll. Soc. geol. Ital.*, t. LXX, pp. 95-382.)
- SCHARDT, H., 1898, Masses exotiques.
- SCHNEEGANS, D., 1938, La géologie des nappes de l'Ubaye-Embrunais entre les vallées de la Durance et de l'Ubaye. Thèse Sc. Grenoble. (*Mém. Serv. Carte géol. de France*, Paris.)
- TERMIER, P., 1903, Les montagnes entre Briançon et Vallouise. (*Ibid.*, Paris.)
- TREVISAN, L., 1962, Considérations sur deux coupes à travers l'Apennin septentrional. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. IV, n° 5, pp. 675-681.)
- TRÜMPY, R., 1960, Paleotectonic evolution of the Central and Western Alps. (*Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 71, pp. 843-908.)
-