

Zeitschrift:	Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber:	Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band:	19 (1966)
Heft:	3
Artikel:	Sur la prolongation du domaine ligure de l'Apennin dans le Monferrat et les Alpes et sur l'origine de la nappe de la Simme s. 1. : des Préalpes romandes et chablasiennes
Autor:	Elter, Giulio / Elter, Piero / Sturani, Carlo
Kapitel:	VII: La nappe de la Simme s. 1. : dans les préalpes romandes et chablasiennes
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-739334

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ment dépourvue de signification, malgré la nature mécanique des contacts (qui est d'ailleurs la règle dans le cas des ultramafites). Ensuite, l'apparition des ophiolites dans ce secteur de la marge insubrienne externe correspond à celle d'ophiolites dans la zone Sesia. Ces dernières, représentées par des lherzolites plus ou moins serpentinisées et des gabbros, apparaissent sur la même transversale que celles du Canavese, à des distances qui, dans certains cas, ne dépassent pas 200 mètres (coupe du torrent de Levone), et deviennent de plus en plus importantes vers le SW, jusqu'à intéresser toute la largeur de la zone Sesia et constituer l'énorme masse de Lanzo-Mte Musiné. Etant donné également l'identité pétrochimique entre les ophiolites du Canavese et celles de la zone Sesia (constatée par FENOGLIO), il nous semble plus logique d'étendre aux premières l'âge mésozoïque qu'on attribue unanimement aux secondes depuis NOVARESE (1929) et qui vient d'être confirmé par les études récentes de NICOLAS (1966)¹.

PARTIE VII

LA NAPPE DE LA SIMME s. I. DANS LES PRÉALPES ROMANDES ET CHABLAISIENNES

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

Nous ne donnerons pas ici une synthèse complète de la Nappe de la Simme s. I.: c'est une tâche considérable qui demandera encore du temps et à laquelle C. CARON (Centre de Recherches géodynamiques de Thonon et Institut de Géologie de Fribourg) s'est attaché dans le cadre de sa thèse. Les études actuellement publiées donnent une assez bonne idée de la stratigraphie et des relations structurales de cette nappe (voir ci-dessous), quoique les contradictions et les incertitudes demeurent nombreuses.

Le cadre de nos recherches est plus restreint; il se limite d'une part au « substratum » de la Simme, conservé en écailles plus ou moins désarticulées dans le flysch, et d'autre part aux éléments des conglomérats du flysch (poudingues de la Mocausa, conglomérats du Hunsrück, niveaux grossiers du Flysch à Helminthoides); ceci dans l'espoir d'une reconstitution de la série stratigraphique complète de cette nappe et de son cadre paléogéographique originel. Des observations inédites de terrain et de laboratoire complètent les données publiées par de nombreux auteurs, données que nous avons abondamment utilisées.

¹ On ne discute ici que les masses basiques situées au SW de l'Orco.

CHAPITRE 2

BIBLIOGRAPHIE

Les travaux mentionnés ci-dessous permettront au lecteur intéressé de consulter tous les travaux importants qui traitent de la Nappe de la Simme s. l. Pour les périodes antérieures à 1950, nous renvoyons aux revues bibliographiques rédigées par JEANNET (1913), RABOWSKY (1920) et KLAUS (1953). On trouvera la mention des principaux travaux parus de 1950 à 1960, ainsi qu'une discussion du problème du Flysch à Helminthoïdes, dans BADOUX et WEIDMANN (1963). Il convient d'y ajouter, pour le Simmental, les thèses de WEGMÜLLER (1953), ARBENZ (1947) et MARTI (1960); pour la région de Saanen-Château-d'Œx, celles de FAVRE (1952), DOUSSE (1965) et LONFAT (1965), ainsi que la récente note de CARON (1965). Les travaux suivants traitent tous des flysch crétacés de la Simme s. l. situés en avant ou au-dessus de la Nappe de la Brèche du Chablais: CHESSEX (1959), A. GUILLAUME, BERNHEIM et HAAS (1962, cum bibl.), LOMBARD et LAURENT (1963), WEIDMANN (1963), CARON (1964, cum bibl.), CARON et WEIDMANN (en prép.).

Le problème des ophiolites et des granites en liaison avec la Nappe de la Simme s. l. a été repris récemment par SALIMI (1965) qui en donne une bibliographie complète.

On trouvera dans les travaux de JEANNET (in HEIM, 1922), TRÜMPY (1960, cum bibl., 1965) et BADOUX (1963, 1967) des vues plus synthétiques sur la Nappe de la Simme s. l.

A l'Oligocène, cette nappe recouvrait la zone préalpine d'un épais manteau et elle a fourni par érosion la quasi-totalité des éléments des poudingues et nagelfluh chattiens. Les remarquables études de SPECK (1953) et de TRÜMPY et BERSIER (1954) nous fourniront de précieux renseignements. Voir également à ce sujet MATTER (1964).

Des travaux cités ci-dessus, nous pouvons considérer comme acquis un certain nombre de faits: la Nappe de la Simme s. l. est actuellement représentée en de nombreux points isolés, d'étendue plus ou moins restreinte, depuis le Bas-Simmental jusqu'en Chablais; la série stratigraphique d'ensemble comprend des écailles d'âges divers provenant du « substratum » anté-flysch de la nappe et une épaisse série de flysch datée de l'Albien (?) - Cénomanien au Maestrichtien, dont il n'est nulle part possible d'observer une coupe continue, mais qu'il faut reconstituer à partir d'observations dispersées d'un bout à l'autre des Préalpes. De telles reconstitutions sont délicates, surtout en ce qui concerne le flysch, car les variations de faciès, tant latérales que verticales, sont certainement importantes (H. GUILLAUME, 1955). Cette série stratigraphique primitive est actuellement scindée en plusieurs sous-unités dont l'architecture et les rapports mutuels ne sont pas encore débrouillés avec certitude sur l'ensemble des Préalpes (CARON, 1965). La nappe de la Simme représente l'unité supérieure de l'édifice préalpin (Niesen exclu), car elle surmonte les nappes des Préalpes Médianes et de la Brèche.

Nous considérerons donc dans ce travail la nappe de la Simme dans son sens le plus large qui comprend les sous-unités suivantes que nous ne définirons pas, à dessein, avec trop de précision, puisque leur étude est actuellement en cours:

- 1) « Nappe de la Simme s. str. » des anciens auteurs, à « lentilles » triasiques (?), jurassiques et infracrétaées et flysch cénomano-turonien (séries dites de la Manche, de la Mocausa, des grès à Hiéroglyphes, etc...).
- 2) « Nappe du Flysch à Helminthoides » (ou du Plattenflysch), à flysch sénonien.
- 3) « Nappe des Gets » (ou Flysch des Gets), à « lentilles » de granites, calcaires liasiques, ophiolites, argiles à « palombini » et flysch (albo-) cénomano-turoniens, (séries des Gets, du Hundsrück, du Kalberhöni, etc...) ¹.

Au point de vue géographique, nous nous restreindrons aux Préalpes romandes et chablasiennes; la question encore controversée des flysch des Alpes schwytzoises (JEANNET, 1941; SPECK, 1953; HANTKE et TRÜMPY, 1964) ne sera pas abordée ici dans le détail, de même que celle, plus lointaine encore, des divers flysch crétacés de l'Ubaye-Embrunais, des Alpes Maritimes et des Alpes Orientales.

CHAPITRE 3

LES « ÉCAILLES » MÉSOZOÏQUES ANTÉ-FLYSCH

1. LES « ÉCAILLES » DE LA NAPPE DE LA SIMME S. STR.

On en connaît un certain nombre, isolées au sein du flysch cénomano-turonien de la Simme s. str.; certaines ont été décrites avec plus ou moins de précision. Nous en donnons ci-dessous un bref inventaire qui ne prétend pas être exhaustif:

BECK et GERBER (1925), ainsi que BIERI (1946) signalent sur leurs cartes une lentille de « Trias » au NW d'Erlenbach (Simmental); cette lentille n'est pas décrite avec détail et elle se trouve enclavée dans un flysch dont on sait maintenant qu'il appartient à la nappe de la Simme. Il est possible que nous ayons là un lambeau du « substratum » de la nappe, le seul actuellement connu qui soit d'âge triasique. Nous remercions C. CARON qui a attiré notre attention sur cet affleurement que nous n'avons pas examiné personnellement.

RABOWSKY (1909 et 1920) décrit brièvement une série d'écailles de « calcaires liasiques, radiolarites et calcaires à *Aptychus* » dans tout le Simmental et dans la haute Vallée du Gros-Mont, il signale des fossiles aaléniens et tithoniques-néocomiens

¹ Notre conception de la Nappe des Gets diffère, comme on le verra, des interprétations proposées par JAFFÉ (1955), STAUB (1958) ou TRÜMPY (1965 et in HANTKE et TRÜMPY, 1964).

dans l'écaille de la Gueyraz, sur laquelle nous reviendrons. Simultanément, JEANNET (1909 et 1913) donne une description détaillée des radiolarites et calcaires à *Aptychus* du Torrent de Nairvaux, Préalpes Vaudoises. De nombreux auteurs reprennent ensuite de façon plus ou moins précise l'étude des affleurements décrits par RABOWSKY et JEANNET et en découvrent d'autres: TSCHACHTLI (1941), CAMPANA (1943), TERCIER et alii (1945), CHENEVART (1945), KLAUS (1953), WEGMÜLLER (1953), GRÜNAU (1959), MARTI (1960). Toutes ces écailles sont comprises dans le flysch cénomanien-turonien; nous parlerons plus loin des écailles incluses dans le flysch de la région des Gets (Haute-Savoie).

Indiscutablement, la meilleure et la plus complète de toutes ces coupes est celle de la Gueyraz, haute Vallée du Gros-Mont, Préalpes fribourgeoises; CHENEVART (1945) en donne un profil détaillé dont nous avons pu vérifier la qualité sur le terrain et que nous reprenons ici (fig. 5), complété et modifié par des observations et attributions stratigraphiques nouvelles. Les épaisseurs données par CHENEVART nous semblent un peu exagérées; nous avons donc légèrement corrigé l'échelle de son dessin. Les fossiles, lames minces et échantillons de roche des collections JACCARD, JEANNET, RABOWSKY, LUGEON (Musée géol. Lausanne), CAMPANA, CHENEVART, TERCIER (Musée et Institut géol. Fribourg) ont été revus et certaines déterminations corrigées par l'un de nous (C.S.).

1. CAMPANA (1943, p. 54 et carte au 1: 25 000) signale à Gerbex, col des Sciernes, synclinal de Château-d'Œx, un gros banc de « brèche à Echinodermes » fossilifère: Crinoïdes, Brachiopodes, Bryozoaires, Lamellibranches, tous indéterminables, qu'il attribue au flysch cénomanien. Nous avons revu cet affleurement: le contact avec les schistes argileux du flysch est nettement mécanique; le banc de calcaire spathique mesure environ 2 m de puissance, il est localement graveleux (grains de dolomie, de calcaire à pâte fine, de glauconie et de quartz), nous n'avons pas retrouvé d'autres macrofossiles que ceux cités par CAMPANA, par contre les lames minces nous ont livré *Nodosaria* sp., *Dentalina* sp. et quelques dents de poissons; ce calcaire passe ensuite graduellement à une série, visible sur 80 cm environ, de calcaire siliceux sombre et tacheté, encore un peu spathique, riche en spicules siliceux, sans foraminifère déterminable; ce dernier passe à son tour à quelques minces bancs de spongolithé tout à fait typique et stérile; la suite de la coupe est recouverte de flysch soliflué et de moraine. RABOWSKY (1920, pp. 98-107) décrit à plusieurs reprises des lentilles de « calcaire à entroques » associés de façon plus ou moins étroite aux « calcaires liasiques », radiolarites et calcaires à *Aptychus* du Simmental. Ce sont (coll. RABOWSKY) des calcaires spathiques en général grossiers, de couleur gris sombre, rose, verdâtre ou violacée, contenant fréquemment des petits gravillons dolomitiques et parfois des grains assez roulés de calcaire oolithique et de calcaire à pâte fine; les grosses entroques, radioles, fragments de coquilles sont abondants; aucun micro- ou macro-fossile caractéristique n'y a été découvert jusqu'ici. Des calcaires spathiques de ce type, à microfaune rhéto-liasique (voir plus loin), sont assez courants parmi les éléments des poudingues de la Mocausa, fait déjà souligné par CAMPANA (1943, p. 55) et SPECK (1953, p. 107). Nous proposons d'attribuer toutes ces lentilles de calcaire spathique au Lias inférieur-moyen et de les considérer comme faisant partie du « substratum » mésozoïque de la Simme s. str. L'association de ces lentilles avec des calcaires tachetés et des spongolithes, ainsi que la présence de roches identiques en éléments dans les poudingues de la Mocausa permettent une telle attribution stratigraphique. Notons cependant que plusieurs auteurs signalent des brèches échinodermiques à Orbitolines cénomaniennes interstratifiées dans le flysch et également remaniées dans les poudingues de la Mocausa (voir KLAUS, 1953, p. 113).

2. LA COUPE DE LA GUEYRAZ

2. La coupe de la Gueyraz proprement dite commence avec ce niveau 2; le contact mécanique avec le flysch cénomanien sous-jacent est localement souligné par des sources et des petits glissements: calcaires siliceux à patine claire, cassure légèrement tachetée gris sombre, certains bancs sont très siliceux et contiennent même des petits silex allongés, d'autres sont plus marneux et légèrement micacés:

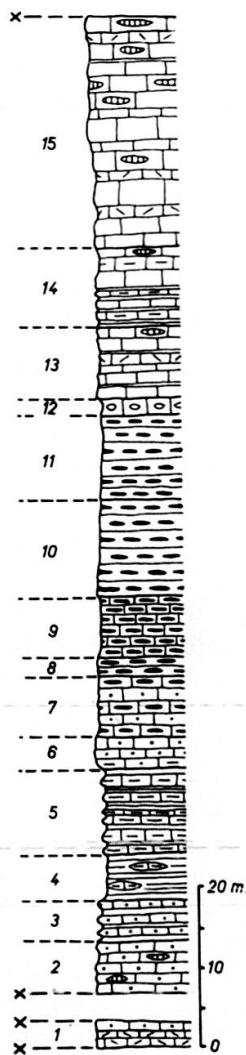


Fig. 5.

Coupe lithologique schématique de l'« échelle » de la Gueyraz,
Préalpes fribourgeoises (d'après CHENEVART, 1945, modifié et complété).
Légende détaillée dans le texte.

bélemnite indét. (coll. M. W.; coll. Tercier, provenant probablement du même niveau)
radiolaires, abondants
spicules calcaires, abondants
« filaments », abondants (voir PEYRE, 1959).

Age : Lias moyen-supérieur indéterminé.

3. Alternance de calcaires semblables à 2 et de schistes marneux, un peu siliceux et finement micacés, à patine beige, dans lesquels apparaît

Chondrites du type *affinis*.

Age : Lias supérieur indéterminé.

4. Schistes marneux comme dans 3 prédominant largement sur des calcaires tachetés, siliceux et un peu marneux, à cassure gris sombre et patine beige qui contiennent

« *Posidonia* » sp. ?

Lamellibranches indét. (petites huîtres ?)

Chondrites du type *affinis*.

Age : Lias supérieur indéterminé.

5. Alternance irrégulière de schistes marneux plus ou moins siliceux, relativement riches en pyrite, beiges ou bruns, et de calcaires marneux et siliceux, à patine brune ou beige clair et cassure grise foncée, tachetée; ces calcaires sont en bancs de 2-15 cm d'aspect schistoïde, ou de 20-30 cm, plus massifs. On y trouve des micro-lits pétris de coquilles brisées et indéterminables, quelques ammonites naines pyritisées et de rares fossiles calcaires

« *Posidonia* » sp. abondantes (coll. RABOWSKY, CHENEVART, TERCIER, M. W.)

Mytilus sp. ? (coll. M. W.)

Pectinidé ? (coll. TERCIER)

Gastéropodes indét. de petite taille

Cancellophytus du type *scoparius*

Chondrites du type *affinis*

spicules calcaires, abondants

« filaments », abondants

radiolaires, rares

foraminifères arénacés indét., très rares.

Microfaciès (pl. I, fig. 1) très semblable à celui de l'Aalénien de la Breggia figuré par CITA (1965, pl. XXII).

C'est très probablement de ce niveau que proviennent les ammonites récoltées par RABOWSKY et par CHENEVART :

Leioceras cf. *opalinum*

Hammatoceras (s. l.) sp.

Leioceras sp.

ammonites indét.

ainsi que celles, également indéterminables, qui furent récoltées par TERCIER dans les lentilles du Gros-Mont et du Jeu-de-Quille, où CAMPANA (p. 27) ne signale que des petites huîtres.

Age : « Aalénien. »

6. Calcaires très siliceux, cassure gris très sombre, non tacheté, patine gris-brun foncé, devenant verdâtre vers le sommet, stériles. GRÜNAU (1959, p. 92) fait mention d'une communication orale du professeur J. TERCIER, selon laquelle la présence du Bajocien serait démontrée dans la Nappe de la Simme; un échantillon de la coll. TERCIER (Inst. géol. Fribourg) porte en effet le libellé « Bajocien — Gros Mont »; c'est un calcaire siliceux sombre, stérile, ressemblant beaucoup aux calcaires du niveau 6 de la Gueyraz.

RABOWSKY n'a pas donné de description détaillée de ses « Calcaires liasiques » du Simmental, la troisième partie de sa thèse n'ayant jamais paru; il y signale cependant une empreinte d'ammonite (p. 68). CAMPANA décrit sommairement les lentilles de Scierne-Picats. WEGMÜLLER et MARTI nous donnent un peu plus de détail, sans rien qui puisse compléter ou modifier la coupe de la Gueyraz.

Age du niveau 6 : Bajocien ?

Précisons bien que notre rapide enquête n'a pas permis de retrouver les éventuels fossiles qui ont motivé l'attribution d'âge de TERCIER.

N. B. : les niveaux 6-9 affleurent relativement mal.

7. Les calcaires très siliceux deviennent franchement verts, localement flammés de rouge, très diaclasés en menus parallélépipèdes:

radiolaires, rares.

8. Radiolarite encore assez calcaire, vert clair, diaclasée:

radiolaires, abondants.

9. Radiolarite rouge, en bancs de 2-5 cm, flammée de gris et de vert clair, encore assez calcaire à la base, devient verte et complètement siliceuse au sommet, avec de minces lits argilo-siliceux sombres.

Nous n'avons pas retrouvé le niveau de calcaire noduleux signalé par CHENEVART (p. 149, niveau 8). La lame mince et l'échantillon correspondant à ce niveau (coll. CHENEVART, n° R3, Musée et Inst. géol. Fribourg) nous montrent un calcaire noduleux rouge-rosé taché de gris-vert clair avec des « nodules » de calcaire à pâte fine emballés dans un « ciment » finement spathique et légèrement marneux; « ciment » et « nodules » sont pétris d'organismes:

Saccocoma-Lombardia, très abondant

Globochaete alpina, très abondant

sections d'*Aptychus*, courantes

embryons d'ammonites, courants

radiolaires, rares, mais nets (CHENEVART souligne leur absence).

Il est très probable que le niveau 8 de CHENEVART est en fait un bloc glissé de notre niveau 12; en effet, nous avons trouvé plusieurs de ces blocs, parfois assez volumineux, plantés à différents niveaux de la coupe. Les microfaunes, micro- et macrofaciès du niveau 12 en place, des blocs manifestement glissés et de l'échantillon R3 de CHENEVART sont rigoureusement identiques, compte tenu des faibles différences qu'il peut y avoir au sein d'un niveau de 4 m d'épaisseur. Nous pensons donc que le niveau 8 de CHENEVART n'existe probablement pas.

10. Radiolarite verte en petits bancs de 2-8 cm, compacte, diaclasée, localement flammée de rouge-rose:

radiolaires, très abondants.

11. Radiolarite d'un rouge magnifique, très pure, en petits bancs réguliers de 3-8 cm; au sommet la roche devient un peu plus calcaire:

radiolaires, très abondants.

On observe parfois, dans les niveaux 7-11, des taches et des enduits d'aspect métallique sur les surfaces de diaclase; il s'agit probablement d'oxyde de manganèse, déjà signalé par JEANNET en 1921

(in HEIM, p. 620). JEANNET (1913) nous donne une minutieuse description des radiolarites du torrent de Nairvaux et y cite les genres de radiolaires suivants: *Cenosphaera*, *Xyphostylus*, *Dictyomitra*, *Saurodoceras*; il fait la revue des autres affleurements connus à cette époque; CAMPANA et RABOWSKY ne donnent guère de détails sur les radiolarites de la région des Sciernes-Picats et du Simmental, dont on trouvera quelques descriptions plus précises dans les thèses de WEGMÜLLER, TSCHACHTLI et MARTI; ces derniers soulignent que le contact calcaires siliceux-radiolarites est graduel, mais très rapide, contrairement à ce que l'on observe à la Gueyraz. Notons encore que l'on ne peut attribuer sans autre toutes les radiolarites de la Nappe de la Simme au substratum jurassique-infracrétagé, CAMPANA (1943, p. 56) en effet pense avoir démontré l'existence de radiolarites cénomanianes, ce qui semble encore douteux, car KLAUS (pp. 114-115) est loin de partager cet avis.

Age des niveaux 7-11: Bathonien ? - base du Tithonique inférieur ?

12. Les radiolarites assez calcaires, rouges ou rosées, du sommet du niveau 11 passent graduellement sur 50 cm à un calcaire noduleux typique rouge flammé de gris et de vert clair, puis viennent deux ou trois bancs de 5-7 cm de radiolarite rouge, puis le faciès noduleux s'installe définitivement, avec toutefois des récurrences lenticulaires de radiolarite rouge dans le premier mètre de ce niveau 12. Les calcaires noduleux réalisent parfaitement le faciès « ammonitico rosso » (ou mieux « rosso ad Aptichi ») à « nodules » de calcaire à pâte fine et « ciment » de calcaire marneux ou spathique fin à moyen (voir ci-dessus, niveau 9); leur microfaciès (pl. I, fig. 2) est exactement semblable à ceux figurés par CITA (pl. XXVIII-2, XIX-1-2 et XXX-1); certaines surfaces de couche sont pavées d'*Aptychus* le plus souvent brisés; on observe également des lits de 2-3 cm qui sont de véritables lumachelles à *Aptychus*. Ce niveau 12 est bien visible au NW, N et NE du point 1902 de la figure 11 de CHENEVART. Il nous a fourni (coll. M. W.) les fossiles suivants, récoltés en place:

bélemnite indét., 1 ex.

Aptychus, très nombreux

Saccocoma-Lombardia, très abondant

Globochaete alpina, très abondant

gros spicules calcaires, courants

stomiosphères, abondants

ostracodes, très rares

radiolaires, très rares

Robulus sp. ?, très rares

Nannoconus sp. ?, très rares.

Un bloc glissé, provenant indubitablement de ce niveau, a livré (coll. M.W.):

Perisphinctidé, gen. et sp. ind.,

ammonites indét.

JEANNET (p. 77) signale dans la partie supérieure de la colline de la Hochmatt, ce qui pourrait correspondre à notre niveau 12, les fossiles suivants, dont l'un a conservé sa gangue de calcaire marneux rougeâtre légèrement spathique (coll. RABOWSKY):

une section d'ammonite, indét.

Aptychus, plusieurs ex.

dent de Sélaciens, 1 ex.

Des niveaux rosés ou rougeâtres, « légèrement spathiques ou grenus », sont notés à la Brendelspitz¹ et dans le Simmental par JEANNET (p. 77) et RABOWSKY (p. 65 et passim). Le contact radiolarites-calcaires du type « maiolica » des lentilles d'Ibergeregg (HANTKE et TRÜMPY, p. 617) se fait également par un niveau rouge-rose à *Saccocoma* et *Aptychus*, du type « rosso ad Aptichi ».

Le contact supérieur du niveau 12 avec les calcaires à Calpionelles n'est pas mécanique, quoique très brusque; les 3 cm d'argile verte signalés par CHENEVART (p. 150) à ce contact ont une extension très locale.

Age du niveau 12: Tithonique moyen.

¹ Tout récemment, MM. C. CARON, M. LEMOINE et C. PAGE y ont découvert en éboulis des blocs à faciès « ammonitico rosso » typique (comm. orale).

13. Calcaire compact à patine grise très claire, cassure conchoïdale gris verdâtre très clair, non tachetée, pâte fine, légèrement siliceuse, en bancs de 10-40 cm; on note quelques zones allongées décimétriques plus siliceuses, exceptionnellement des petits silex, quelques délit argileux sombres très minces, quelques niveaux à pâte finement spathique.

Aptychus, courants

brachiopode (*Pygope* ?), coll. M. W., à 6 m de la base du niveau

Calpionella alpina, courantes

Nannoconus steinmanni, abondant

Lombardia-Saccocoma, abondant

radiolaires, courants

Globochaete alpina, courants

stomiosphères, rares

sclérites d'holothuries, rares.

La faunule signalée par RABOWSKY (p. 65) provient probablement de la base du complexe des niveaux 13-15, il s'agit de:

Phylloceras isotypum BEN.

Simoceras volanense OPP.

S. biruncinatum QUENST.

Aptychus euglyptus OPP.

Pygope janitor PICT.

Ces fossiles n'ont pas été retrouvés dans la collection RABOWSKY; nous n'avons donc pas pu en réviser la détermination.

Age : Tithonique supérieur ?

14. Calcaire à patine gris clair, cassure grise, souvent tachetée; la pâte est localement un peu marneuse, les stylolithes sont courants, minces délit argileux noirs fréquents, petits silex noirs rares.

Aptychus, rares

radiolaires, très abondants, bien conservés

fins spicules calcaires, abondants

petites entroques, rares

stomiosphères, rares

« Protoglobigérines », (*Gubkinella* sp.) rares

nous n'avons pas trouvé de Calpionelles dans l'unique lame mince taillée dans ce niveau.

15. Complexe de calcaires compacts gris clair, souvent tachetés, à pâte fine, avec stylolithes en bancs de 5-10 cm, délit argileux rares, pâte parfois siliceuse; on observe des niveaux de calcaire à silex en lits de plus de 1 m de longueur, des calcaires spathiques fins ou grossiers, parfois grano-classés, des brèches intraformationnelles, des minces lits de lumachelle à *Aptychus*, enfin des bancs de calcarénites à ciment abondant de calcaire fin à radiolaires et stomiosphères et éléments grano-classés subanguleux (2-10 mm) de calcaire très siliceux à Calpionelles, grosses entroques, débris de lamellibranches à coquille très épaisse et (?) calcaires dolomitiques; ces bancs ont un caractère de turbidite assez net.

Aptychus, abondants

bélemnite, indéf., coll. M. W.

débris de brachiopodes (?)

Calpionella alpina, courante

C. elliptica, abondante

Tintinnopsella carpathica, très rare

radiolaires, rares

ostracodes, rares.

Age : Tithonique-Berriasiens.

CHENEVART (p. 151) cite, à part des *Aptychus*, deux ammonites indéterminables, dans les niveaux de base d'après sa description. JEANNET, CAMPANA, WEGMÜLLER et MARTI signalent tous

des *Aptychus*, des Calpionelles et des radiolaires. Les types lithologiques décrits ci-dessus dans les niveaux 13-15 se retrouvent partiellement dans la lentille de Scernes-Picats: calcaires spathiques, calcaires lumachelliques à *Aptychus* et grosses entroques (jusqu'à 8 mm de diamètre), calcaires finement siliceux, calcaires fins à *Calpionella alpina*, *C. elliptica*, *Tintinnopsella carpathica*, *Nannoconus steinmanni*, « Protoglobigérines » (coll. LUGEON et M. W.).

Précisons pour terminer que nous n'avons jamais trouvé de Nannoconidé ou de Calpionelle caractéristique du Néocomien-Barrémien.

3. LES « ÉCAILLES » DE LA NAPPE DES GETS

Du moment qu'il est actuellement quasi certain que les Flysch des Gets, ainsi que les flysch à roches vertes du Haut-Simmental, font partie d'une sous-unité bien distincte dans la Nappe de la Simme s. l., nous ne pouvons pas compléter la coupe de la Gueyraz à l'aide des lentilles que l'on observe dans la région des Gets. Nous donnerons donc séparément un bref résumé de ces éléments du substratum visibles en lentilles dans les flysch, sans nous prononcer pour l'instant sur leur position structurale et leur mode de formation. On trouvera par ailleurs plus de détails dans les travaux déjà cités de JAFFÉ (1955); A. GUILLAUME, BERNHEIM et HAAS (1962); SALIMI (1965); CARON et WEIDMANN (en prép.), ainsi que dans la thèse (en prép.) de J. BERTRAND.

Les termes les plus anciens sont des granites plus ou moins altérés, minutieusement décrits par JAFFÉ et SALIMI et récemment datés du cycle hercynien (BERTRAND *et alii*, 1965, p.22)¹.

Les granites conservent souvent leur manteau d'arkoses que l'on peut raisonnablement attribuer au Permo-Carbonifère.

En un point (affleurement de la Rosière, JAFFÉ, pp. 7-15), on observe en repos stratigraphique sur les arkoses ou sur le granite² une mince semelle calcaire, surmontée avec un contact très probablement primaire, quoique tectonisé, par des diabases et brèches diabasiques du complexe ophiolitique; les calcaires avaient été attribués au Portlandien par JAFFÉ, sur la base de *Favreina salevensis* (PAR.).

L'un de nous (M. W.) a revu cette localité en compagnie de J. BERTRAND qui a bien voulu autoriser la publication de nos observations communes, tirées du terrain et de l'examen des lames minces des collections JAFFÉ, BERTRAND et M. W.

Les conditions d'observation sont défavorables: il ne nous est donc pas possible de donner une coupe suivie, ni de définir avec sûreté la nature des contacts entre les divers termes de la série. Nos observations apportent cependant quelques complé-

¹ STAUB (1958 et *in SPECK*, p. 77, note infrapag. 54a) mentionne des « merkwürdige rote Granite » sur le Plateau des Gets. Aucun auteur ne cite de tels granites et les géologues qui travaillent actuellement dans cette région ne les ont jamais observés (Prof. M. VUAGNAT, J. BERTRAND, C. CARON, M. W.). Il s'agit sans doute d'une confusion de la part de STAUB.

² La série est en fait renversée; nous rétablissons l'ordre normal des successions pour la clarté de l'exposé.

ments à celles de JAFFÉ et, d'autre part, s'intègrent bien dans les données plus générales abordées dans ce travail, comme nous le verrons par la suite.

Nous donnons ci-dessous un inventaire des divers termes lithologiques rencontrés aux points 1, 3, 4, 5 de la carte de JAFFÉ (fig. 2, p. 8):

1) Le calcaire de la base de la série, là où il est visible, remanie des gravillons arkosiques et des gros grains de quartz; c'est un calcaire gris clair, spathique fin, stérile, à ciment marneux peu abondant.

2) Le type le plus courant est un calcaire bréchique gris plus ou moins sombre, à éléments divers millimétriques ou centimétriques et à ciment de nature variable (polyphasé ?): calcaire spathique, calcaire fin plus ou moins siliceux, calcaire marneux; ce ciment, qui est assez souvent remplacé par des encroûtements phosphatés et siliceux, est stérile, à part quelques prismes d'échinodermes et de rares ostracodes. Les éléments de cette brèche semblent être de même nature dans chaque échantillon, mais ils varient d'un affleurement à l'autre. Les plus courants sont des calcaires oolithiques-pseudoolithiques contenant souvent des gravillons de calcaire à pâte fine et, peut-être, de calcaire dolomitique; on y note des prismes d'échinodermes, des gros spicules calcifiés, de rares débris roulés de bivalves, des foraminifères le plus souvent indéterminables (*Frondicularia* sp. ?), quelques sections de coprolithes, dont *Favreina salevensis* (PAR.) et, dans une lame mince, des structures ressemblant à *Microtubus communis* FLÜGEL. Les autres éléments reconnus dans cette brèche calcaire sont: calcaires aphanitiques organogènes; calcaires gréseux; calcaires spathiques à ciment abondant et fin, avec spicules, entroques, débris de coquilles et une section de *Spirillina* sp. ?; calcaires lumachelliens et spathiques à pâte fine légèrement marneuse et griseuse qui contient des fragments de brachiopodes, des spicules, des entroques, quelques foraminifères arénacés indéterm., des débris phosphatés, une dent de poisson.

3) Calcaire spathique gris clair, très grossier, à gravillons de calcaire fin, entroques, spicules grêles et très fréquentes surfaces de dissolution silico-phosphatées.

4) Calcaire organogène gris-clair, à pâte fine, un peu griseux, avec spicules grêles, entroques et nombreux foraminifères: Miliolidés, *Nodosaria* sp., *Glomospirella* sp., *Involutina* sp. ?

5) Calcaire siliceux sombre, à pâte fine, stérile.

6) Calcaire marneux fin, sombre, dans lequel nagent de nombreuses entroques, des débris de coquilles, de bryozoaires, des fragments phosphatés, une dent de poisson, *Nodosaria* sp., *Dentalina* sp. ?, Lagénidés. On note également la présence de plusieurs surfaces de dissolution et de diaclases remplies de matériel phosphaté.

7) A une dizaine de mètres à l'W du point 3 de JAFFÉ, nous avons découvert quelques blocs, certainement en place, à la surface desquels ressortent en relief de nombreux *Pentacrinus* sp.; c'est un calcaire à patine grise, cassure très foncée, à pâte fine, légèrement marneuse et griseuse, contenant de grosses entroques, des radioles, des spicules plus ou moins calcifiés et quelques ostracodes.

Il faut renoncer à l'âge jurassique supérieur attribué par JAFFÉ à cette série sédimentaire, puisque *Favreina salevensis* (PAR.) est actuellement connu du Trias au Tertiaire. Les fossiles cités ci-dessus ne permettent pas de détermination stratigraphique précise, néanmoins cette association plaide en faveur d'un âge génériquement liasique pour la plupart des termes de notre série.

Les ophiolites et brèches ophiolitiques se trouvent la plupart du temps en paquets isolés dans les flysch des Gets, l'affleurement de la Rosière étant une heureuse exception. Ces roches vertes ne sont pas encore datées avec précision, mais on peut, à notre avis, leur attribuer un âge jurassique supérieur (-crétacé inférieur ?), bien que SALIMI (1965, p.263) indique un âge campanien-maestrichtien pour la spilite de

Moosbach (Simmental). Mais cette unique datation isotopique, par une seule méthode, ne saurait être déterminante, surtout pour des roches passablement tectonisées.

Des roches de type radiolarites ne sont pas rares dans les flysch des Gets; certaines sont en étroite relation avec les ophiolites (La Pierre à Feu, torrent des Bounaz, etc...), d'autres sont probablement interstratifiées dans le flysch cénomanien (CARON et WEIDMANN, en prép.).¹

A. GUILLAUME, BERNHEIM et HAAS (1962) ont décrit sous le nom de « flysch III » des séries de calcaires à pâte fine et de schistes argileux sombres, à Calpionelles, stomiosphères, « Protoglobigrines », *Nannoconus* sp. et radiolaires, qui sont plus ou moins nettement associées aux granites et ophiolites; on note parfois dans les lentilles de calcaire fin des zones siliceuses nuageuses et exceptionnellement des silex. Ce « flysch III », dont les affinités avec les argiles à « palombini » de l'Apennin septentrional ont déjà été soulignées par A. GUILLAUME, doit dater du Néocomien-Barrémien par comparaison avec l'Apennin et le Canavese.

CHAPITRE 4

LES ÉLÉMENTS DES CONGLOMÉRATS DES FLYSCH

1. INTRODUCTION

Nous n'avons pas voulu faire une étude complète (et pourtant bien nécessaire!) de ces conglomérats; des raisons d'ordre matériel et le manque de temps nous en empêchent actuellement. Les résultats de cette étude sont cependant très intéressants et, à certains égards, décisifs.

Jusqu'ici la littérature ne nous apprend rien de très précis et de très complet sur les éléments des conglomérats des flysch de la Simme s. 1. Les descriptions des divers géologues qui, depuis STUDER (1834), s'intéressèrent aux conglomérats de la Mocausa, puis à ceux du Hundsrück et aux niveaux grossiers du Flysch à Helminthoïdes sont, soit vagues et très générales, soit assez détaillées mais très partielles: SARASIN (1894, pp. 20-22), JEANNET (1913, pp. 92-95), CAMPANA (1943, *passim*). SPECK (1953, pp. 104-115 et *passim*) semble avoir été le premier à s'attaquer sérieusement, et avec succès, à ce problème. Il reste encore beaucoup à faire et notre contribution n'a certainement pas vidé le sujet de son intérêt, notamment en ce qui concerne les flysch du Simmental et le Flysch à Helminthoïdes.

¹ Le problème de la « Brèche du Crêt » (JAFFÉ, 1955 et STAUB, 1958) ne sera pas abordé ici, les données actuellement disponibles étant encore trop fragmentaires.

Nous n'avons pas fait de prélèvement selon les règles de la statistique et la plupart des échantillons étudiés ont été choisis sur le terrain à cause de leur nature exceptionnelle ou parce qu'ils contenaient des fossiles macroscopiques ou visibles à la loupe. Nous ne nous hasarderons donc pas à donner des estimations de fréquence des diverses catégories de roches rencontrées. De même nous n'avons pas étudié la granulométrie et la morphométrie des éléments.

2. PROVENANCE DU MATÉRIEL ÉTUDIÉ

Les stations échantillonnées sont les suivantes :

- 1) Conglomérats du Hundsrück; combe de Schlündi, depuis le sommet des éboulis jusqu'aux grès grossiers du sommet du Hundsrück, plusieurs bancs de conglomérats et microbrèches.
- 2) Conglomérats de la Mocausa; au S du chalet de la Gueyraz (CHENEVART, 1945, fig. 11)
- 3) Conglomérats de la Mocausa à Orbitolines; Rodomonts-Devant (CAMPANA, 1943, pl. II).
- 4) Conglomérats de la Mocausa; région Scierne-Picats-La Verdaz, plusieurs affleurements (CAMPANA, pl. II).
- 5) Conglomérats de la Mocausa; butte de La Soupla près de La Laitemaire (CAMPANA, *passim* et pl. II).
- 6) Conglomérats de la Mocausa; Scierne au Cuir (CAMPANA, pl. II).
- 7) Conglomérats de la Mocausa; ruisseau des Tenasses, au SW de Château-d'Œx.
- 8) Conglomérats de la Mocausa; butte des Riaux, S de Château-d'Œx.
- 9) Conglomérats de la Mocausa; chemin du Pont-Turrian, S de Château-d'Œx.
- 10) Conglomérats de la Mocausa; Les Châtelards, massif de Corjon (FAVRE, 1952, p. 105).
- 11) Conglomérats de la Mocausa; les Crêtes, nouvelle route du barrage de l'Hongrin.
- 12) Conglomérats de la Mocausa; faciès des schistes à galets (définition *in* CAMPANA, p. 55); torrent à l'W de Grenier Neuf, rive gauche du Grand Hongrin.
- 13) Micropoudingue de la Mocausa; SE de Sur Greyloz.
- 14) Conglomérats de la Mocausa; torrent du Leysay (JEANNET, 1913; TWERENBOLD, 1955).
- 15) Conglomérats de la Mocausa; route des blondins du barrage de l'Hongrin, S de La Jointe.
- 16) Conglomérats de la Mocausa; faciès des schistes à galets; ravines au SSE de La Coulat.
- 17) Conglomérats de la Mocausa; ruisseau à l'W de Trablaz (TWERENBOLD, 1955).
- 18) Conglomérats de la Mocausa; torrent de Nairvaux, plusieurs niveaux (JEANNET, 1913).
- 19) Conglomérats de la Mocausa; Clarive près Novel (BADOUX et GUIGON, 1958).
- 20) Conglomérats de la Mocausa; col de Queffait (GAGNEBIN, 1939).
- 21) Conglomérats et microcgl. type Mocausa; série du Fouyet; ravins de Pantiaz (CARON, 1964).
- 22) Conglomérats et microcgl. type Mocausa; série du Fouyet; arête des Follys (CARON, 1964).
- 23) Conglomérats type Mocausa; arête de Coicon (CARON et WEIDMANN, en prép.).
- 24) Conglomérats type Mocausa; chalets de Lens (CARON et WEIDMANN, en prép.).
- 25) Conglomérats type Mocausa; faciès des schistes à galets; torrent du Chesnay sur Le Lindaret (CARON et WEIDMANN, en prép.).
- 26) Conglomérats du type Mocausa; faciès des schistes à galets; route nationale 202, Les Eis (CARON et WEIDMANN, en prép.).
- 27) Conglomérats type Mocausa; arête au NNW de l'hôtel du Plenay (CARON et WEIDMANN, en prép.).
- 28) Conglomérats type Mocausa; chemin Les Grosses-La Villa, SW de l'Encrenaz (CARON et WEIDMANN, en prép.).
- 29) Conglomérats type Mocausa, faciès des schistes à galets; ruisseau de Bonave, NW de Mont Caly (CARON et WEIDMANN, en prép.).

- 30) Conglomérats type Mocausa; combe de Plaine Dranse, NW de la Pointe de Chésery (CARON et WEIDMANN, en prép.).
 31) Conglomérats type Mocausa; ruisseau des Perrières, W de Les Clos (CARON et WEIDMANN, en prép.).
 32) Conglomérats type Mocausa; ruisseau de Colerin (CARON, 1962).
 33) Conglomérats type Mocausa; ruisseau de la Champane près l'Encrenaz (CARON et WEIDMANN, en prép.).

Quelques échantillons isolés proviennent de bancs de conglomérats de la Mocausa ou de microbrèches du Flysch à *Helminthoïdes* dispersés sur l'ensemble du territoire. Comme on peut le constater d'emblée, de vastes surfaces actuellement occupées par la Nappe de la Simme s. l. n'ont pas été prospectées, notamment tout le Simmental.

En plus de nos récoltes personnelles, nous avons révisé les collections (roches et lames minces) des Instituts et Musées de Géologie de Fribourg et Lausanne, rassemblées par les géologues suivants: H. BADOUX, A. BERSIER, G. BOTTERON, B. CAMPANA, C. CARON, Ch. CHENEVART, P. FALLOT, G. FAVRE, P. FREYMOND, E. GAGNEBIN, Y. GUIGON, F. JACCARD, A. JEANNET, J. KLAUS, M. LUGEON, G. MATHEZ, J. NORBERT, F. RABOWSKY, M. de RAHM, J.-P. SCHUMACHER, J. TERCIER, R. TRÜMPY, E. TWERENBOLD, M. WEIDMANN. D'autre part, on a également revu des collections de galets de poudingue du Mont-Pèlerin récoltés par M. LUGEON, A. BERSIER et R. TRÜMPY.

3. AGE DES CONGLOMÉRATS

Comme l'a démontré H. GUILLAUME dès 1955, le faciès conglomératique Mocausa ou type Mocausa se retrouve, interstratifié dans le flysch gréseux, gréocalcaire, schisto-gréseux ou schisteux, durant tout le Crétacé supérieur. Nous envisageons ici le faciès Mocausa dans son sens le plus large, qui ne correspond pas partout exactement à celui de la localité-type, le chalet de la Mocausa (dénommé La Verdaz sur les cartes récentes) et situé dans la partie supérieure du Vallon des Sciernes-Picats (ou de Vert-Champs), tel qu'il a été décrit en 1834 par STUDER. Les stations de prélèvement ne sont pas toutes datées avec précision; la plus grande partie se rapporte au Cénomanien et au Turonien inférieur, la station 1 date du Turonien inf.-moy. (KLAUS, p. 100), les stations 21 et 22 de l'Albien-Cénomanien (WEIDMANN, 1963) et la station 32 du Sénonien inférieur (CARON, 1962). Les échantillons isolés de grès grossiers et de microbrèches du Flysch à *Helminthoïdes* peuvent être rapportés au Maestrichtien, parfois au Sénonien inférieur.

Nous avons déjà dit plus haut que la Nappe de la Simme s. l. se subdivise en plusieurs sous-unités, dans lesquelles on trouve des conglomérats de la Mocausa ou type Mocausa; chacune de ces sous-unités nous a fourni plusieurs stations. Nous examinerons ensemble les galets provenant de toutes les stations (donc de conglo-

mérats ou microbrèches d'âges différents) et discuterons ensuite, s'il y a lieu, les rapports et différences constatés entre les diverses sous-unités.

La quasi-totalité des types de roches que nous allons décrire se retrouve dans les poudingues molassiques, surtout chattiens. Nous n'en ferons mention que dans certains cas particuliers. D'autre part, nous citerons quelquefois des galets trouvés dans le Chattien qui n'ont jusqu'ici pas été retrouvés dans la Nappe de la Simme, mais dont le faciès est inconnu dans les autres unités préalpines; à ce propos, nous rappelons une fois pour toute qu'il n'est pas absolument certain que tous les galets des poudingues chattiens proviennent de la Nappe de la Simme s. l., par érosion des lentilles jurassiques-infracrétacées (ou plus anciennes et actuellement inconnues dans les Préalpes) et des poudingues de la Mocausa ou du type Mocausa.

Pour ne pas multiplier exagérément les points d'interrogation, précisons bien que nos attributions stratigraphiques sont hypothétiques en l'absence de microfossiles déterminables.

Nous ne citerons pas toutes les possibilités de comparaison que l'on peut envisager pour la provenance de nos galets, mais seulement celles qui nous semblent les plus probables. On trouvera une discussion plus détaillée dans les travaux de SPECK et de TRÜMPY et BERSIER, qui ont formulé et discuté beaucoup des comparaisons reprises ici.

4. DESCRIPTION DES ÉLÉMENTS

1. ROCHES CRISTALLINES

1. a) *Granites banaux* : La station 1 ne nous a pas fourni de véritable granite; tous nos échantillons ont un cachet gneissique-migmatitique plus ou moins net (voir ci-dessous). Par contre, la station 7 a fourni un petit galet (diamètre 4,5 cm) de pegmatite à quartz, orthose, oligoclase et biotite verte. Les grès grossiers et microbrèches des flysch des Gets contiennent très rarement des petits éléments de granite à microcline micropertitique et biotite. TSCHACHTLI cite dans les congolomérats du Hunsrück des granites dont il souligne l'analogie avec ceux des brèches ophiolitiques du Jaunpass, minutieusement décrits par GRÜNAU (1945) et SALIMI (1965): granite albitique à biotite, granite albitique à biotite et grenat, aplites. JAFFÉ (1955) distingue dans la région des Gets deux types de granites, présents aussi bien en grandes lames cartographiables qu'en éléments dans les brèches ophiolitiques polygéniques: granites albitiques à biotite, granites à albite et orthose.

Age : cycle hercynien (BERTRAND *et alii*, 1965).

Provenance : Ce sont des roches de type banal et peu caractéristique. TSCHACHTLI (p. 69) souligne les affinités des granites du congolomérat du Hunsrück avec ceux de la « zone du Canavese », ceci sans donner de détail. Toutes les variétés que nous avons décrites ci-dessus se retrouvent dans la zone insubrienne.

1. b) *Granites roses type Baveno* : Nous n'avons pas trouvé de tels granites dans les poudingues de la Mocausa des Préalpes; ils sont cités, en revanche, par SPECK (p. 108) dans des congolomérats de type Mocausa remaniés dans la nagelfluh chattroise, et par TRÜMPY et BERSIER (p. 147) en galets isolés dans leur station S, située au sommet de la série des poudingues chattiens du Mont-Pèlerin.

Age : Cycle hercynien.

Provenance : Zone insubrienne (Canavese, Biellese, Baveno).

1. c) *Gneiss* : Courants dans la station 1 : gneiss gris très clair, porphyrique, granitisé et albitisé à orthose-muscovite-biotite avec du microcline micropertitique poeciloblastique xénomorphe en grandes plages, apatite et zircon sont accessoires; roche très semblable, patine gris verdâtre mais avec de gros porphyroblastes de microcline et des plagioclases « myrmékitisés », témoignant d'un important métasomatisme potassique qui semble tardif, apatite, zircon et mineraux sont accessoires; gneiss œillé et rubané, verdâtre, à muscovite-biotite montrant un métasomatisme alcalin assez important. Un échantillonnage assez complet permet de voir tous les types allant du granite gneissique aux schistes micacés, en passant par les gneiss rubanés peu ou pas alcalins et les micaschistes albitiques (voir ci-dessous). Il faut noter l'absence apparente des variétés amphibolitiques et dioritiques. SALIMI signale dans les brèches ophiolitiques du Jaunpass des granites gneissiques à albite-biotite, des gneiss granitiques à grenat et des gneiss granitiques à structure cataclasique. Des gneiss de nature non précisée sont cités au Hundsrück par TSCHACHTLI et par KLAUS. Des microbrèches du Flysch à Helminthoïdes de la région Pierre du Moëllé-Haut-Vallon du Leysay nous ont fourni quelques débris de gneiss à microcline-muscovite. Il en est de même à la station 22.

Age : Cycle hercynien.

Provenance : Peu caractéristique en général; le Dr M. Govi, de Turin, a bien voulu examiner nos lames minces de roches cristallines et n'y a rien vu qu'il ne connaisse pas dans la zone insubrienne.

1. d) *Micaschistes et schistes micacés* : La station 1 nous a fourni passablement de roches de ce type; les véritables micaschistes sont très rares: micaschistes à muscovite-chlorite-biotite-albite très altérée; par contre, les schistes micacés sont abondants: schistes quartzifères à muscovite-biotite chloritisée et, comme accessoires, minéraux, tourmaline, apatite, zircon, cette roche est remarquable par la présence d'un magnifique « strain-slip cleavage » donnant des microplis souvent en chevrons, patine et cassure noire, très forte linéation; schistes quartzifères à chlorite-muscovite, avec mineraux, tourmaline, zircon, apatite, sphène-leucoxène, ici aussi, présence de « strain-slip cleavage » et de « kink-bands » dans les lits riches en muscovite, patine et cassure gris-vert foncé, litage très prononcé. Les stations 13, 16, 22, 29 ont toutes fourni des galets de schistes micacés et chloriteux à « strain-slip cleavage ». Presque toutes ces roches ont subi une calcification secondaire parfois très importante. KLAUS (p. 76) signale dans l'affleurement de brèche polygénique de Oberberg, interstratifié dans le Flysch à Helminthoïdes, des « éléments cristallins du type des micaschistes ». Les niveaux grossiers du Flysch à Helminthoïdes du synclinal de Leysin contiennent également des « micaschistes » (TWERENBOLD, pp. 86 et 93) et des schistes à muscovite-biotite-chlorite à patine brune. Le flysch maestrichtien du Kummigalm montre, d'après WEGMÜLLER (p. 106), des schistes micacés à staurotide. SPECK (p. 108) note des conglomérats de type Mocausa à « stark geschieferete Gneise, mit alle Über-gängen zu quartzreichen Glimmerschiefer ».

Age : Cycle hercynien.

Provenance : Même remarque que pour 1. c).

1. e) *Marbres* : A la station 1, plusieurs galets de marbre à patine et cassure brunes, texture imbriquée, grain fin, parfois cataclasiques, pigment ferrugineux abondant, ainsi qu'un galet de marbre blanc, grain grossier; stations 5, 11, 16, 32: marbre blanc-jaunâtre, très pur, grain moyen; station 26: un galet de marbre blanc-beige, grain fin, moucheté de quartz (néoformation ?); des galets de marbre gris et blanc sont signalés par SPECK (p. 73) dans la nagelfluh du Rigi.

Age : Cycle hercynien.

Provenance : Même remarque que pour 1. c).

1. f) *Porphyres quartzifères et granophyres* : Station 1: Deux petits galets dans une microbrèche, leur micro- et macrofaciès correspondent de façon presque parfaite avec le galet XI de TRÜMPY et BERSIER (p. 148), la teinte de la cassure étant plus verdâtre que rose. De tels galets, gris sombre, roses, rouges sont décrits par SPECK dans la nagelfluh du Rigi et dans les poudingues de type Mocausa qui y sont remaniés. La station 29 nous a fourni un élément très altéré assimilable à un granophyre. Il est souvent très délicat de faire la différence entre les éléments de porphyre quartzifère et des roches très voisines et également fréquentes que nous classerons avec les tufs; c'est le cas de roches très semblables au galet S. h.c. 19 de TRÜMPY et BERSIER (p. 148), que ces auteurs ont assimilées au porphyres quartzifères.

Age : Très probablement Permien.

Provenance : Exactement semblables aux roches du complexe effusif et pyroclastique du Permien insubrien (DE SITTER, 1939); les granophyres sont particulièrement caractéristiques d'après le Dr M. Govi.

1. g) *Tufs volcaniques* : Courants à la station 1: cassure et patine verdâtres ou vert foncé, à mouchetures grises ou blanches de 0,1-4 mm de diamètre, mésostase très fine, séricito-chloriteuse, très riche en minéraux, partiellement calcitisée, parfois à structure fluidale nette; dans une lame, la pâte semble à peine dévitrifiée; les phénocristaux qui nagent dans cette pâte sont anguleux, brisés, non jointifs, parfois subidiomorphes: quartz craquelé et magnifiquement corrodé, plagioclases acides très altérés, biotite verte plus ou moins chloritisée et associée à du minéral, l'apatite est parfois très abondante, les accessoires sont: epidote, sphène, zircon: les proportions des éléments par rapport à la pâte varient énormément; on peut distinguer dans nos échantillons des tufs vitreux (?), des tufs cristallins surtout et des tufs agglomératiques (pl. I, fig. 3). A la station 18, un galet de tuf très fin, bien lité, quartzo-chloriteux, non porphyrique, avec passage brusque à un tuf porphyrique à quartz-plagioclase-minéral-épidote nageant dans une mésostase cryptocristalline, cette roche est dure, compacte, de couleur rose-brun avec de petites mouchetures sombres. Une lame taillée dans un grès du Flysch à Helminthoides du synclinial de Leysin nous a montré un fragment de tuf très fin et un autre de rhyolite, tous deux mal conservés et douteux. KLAUS (p. 77) signale des « éléments éruptifs vitreux » dans le Flysch à Helminthoides d'Oberberg.

Age : Vraisemblablement Permien, certains peuvent être ladiniens.

Provenance : Même remarque que pour 1. f).

1. h) « *Roches basiques* » : station 7: un galet de porphyrite amygdalaire à structure intersertale divergente, mésostase microlithique de séricite-calcite-minéral-chlorite et phénocristaux d'oligoclase-andésine (?) très altérés, fréquentes amygdales remplies de biotite fibroradiée, de calcite ou de calcédoine, l'ensemble de la roche semble avoir subi un fort métasomatisme; à la station 16, un galet de porphyrite à structure intersertale divergente, très riche en chlorite, avec des phénocristaux de plagioclase indéterminable, on note une calcitisation et une silicification secondaire très importante, par métasomatose probablement. Ces deux roches, de même que le galet S4 de TRÜMPY et BERSIER (p. 148), ne semblent pas, d'après M. le professeur M. VUAGNAT, faire partie du cortège ophiolitique: elles ont nettement subi une métasomatose et un métamorphisme et s'apparenteraient davantage aux massifs basiques hercyniens de la zone insubrienne qu'aux ophiolites alpines. Les roches suivantes pourraient éventuellement faire partie du cortège ophiolitique alpin, mais leur état de conservation, la faible dimension des galets répertoriés, ainsi que leur rareté empêchent de trancher affirmativement; nous les maintiendrons dans les « roches basiques » au sens large: à la station 18, un galet d'une roche à pâte très fine, composée uniquement de lamelles enchevêtrées de serpentinite et de biotite avec chlorite et minéral comme minéraux accessoires; à la station 14, une lame taillée dans un microconglomérat polygénique du flysch montre plusieurs fragments de serpentinite très calcifiée; il en est de même à la station 15; à la station 1, un grès microbréchique formant le ciment des conglomérats du Hunsrück nous a livré plusieurs grains de serpentinite à chlorite et de porphyrite à chlorite-serpentinite-plagioclase (?); à la station 19, BADOUX et GUIGON (p. 383) ont trouvé un galet de roche basique qui ne serait pas sans analogie avec certains mélaphyres triasiques austro-alpins; un grès micacé grossier du Flysch à Helminthoides de la région de la Pierre-du-Moëllé contient de rarissimes fragments très calcifiés de porphyrite à albite-chlorite.

Age : Cycle hercynien pour la majorité des galets cités; Trias; d'autres pourraient être d'âge Jurassique sup.-Crétacé inf.

1. i) *Ophiolites et roches voisines* : Les ophiolites indiscutables sont fréquentes dans les grès, microbrèches et microconglomérats du flysch des Gets; les stations 26, 29, 33 nous en ont fourni de menus éléments (CARON et WEIDMANN, en prép.); le plus souvent, ces roches détritiques sont sans relation directe avec les affleurements de roche verte. Notons que JAFFÉ (p. 139) affirme que « ... les termes du flysch, notamment ses grès, ne contiennent jamais le moindre débris, même microscopique, de roche ophiolitique ou granitique. »; cette affirmation est formellement démentie par plus d'une vingtaine de nos lames minces provenant de niveaux grossiers très divers de la série des Gets. Aucune des autres stations ne nous a fourni des éléments nettement ophiolitiques; il est à remarquer toutefois que certains galets classés dans les « roches basiques » (voir sous 1. h) pourraient

s'y rapporter et que notre échantillonnage n'est pas assez serré pour mettre en évidence de façon systématique toutes les catégories de roches très rares. Les éléments ophiolitiques sont, par contre, très abondants dans les brèches polygéniques associées aux roches vertes intrusives ou extrusives, dans le Simmental comme dans la région des Gets (SALIMI, p. 261). Le problème de la répartition des galets ophiolitiques dans les nagelfluh molassiques est fort important, vu les conséquences qui en découlent lors de la reconstitution cinématique de l'orogenèse alpine. Après VUAGNAT (1952, p. 93), MATTER (p. 350) fait le bilan de nos connaissances actuelles et souligne l'absence de débris d'ophiolites dans le Chattien et l'Aquitaniens, après un beau développement à l'Eocène sup.-Oligocène inf. et avant une nouvelle et massive récurrence dès l'Aquitaniens supérieur; il note également que: « Im Rigifächer fanden ESCHER-HESS, RENZ, SPECK, im Blumenfächer BECK, einige seltene Ophiolithgerölle ». Ces rares galets « ophiolitiques » de la molasse chattienne pourraient fort bien être de la même famille que le galet S4 de TRÜMPY et BERSIER (cf. ci-dessus), c'est-à-dire des porphyrites appartenant au cycle hercynien; seul un spécialiste pourrait trancher la question en reprenant l'étude comparée de tous les éléments ophiolitiques connus dans les nagelfluh et les grès et congolomérats de la Simme s.l.

Age : Jurassique sup.-Crétacé inf.

1. j) *Quartz polycristallin* : Courant en petits éléments translucides ou blanc laiteux dans les poudingues de la Mocausa et, plus fréquents, dans les grès et microbrèches du Flysch à Helminthoïdes; ils proviennent de filons de quartz et, plus probablement, « de la destruction de granites grossiers originairement pauvres en feldspaths et en micas » (VUAGNAT, 1952); il est impossible de leur attribuer une origine plus précise.

2. ROCHES SÉDIMENTAIRES DÉTRITIQUES

2. a) *Arkozes s. str.* : Type très fréquent, présent dans presque toutes les stations, trouvé également en abondance dans le Flysch à Helminthoïdes. La description très précise de TRÜMPY et BERSIER (p. 133, type I) nous dispense d'y revenir longuement; précisons toutefois que, dans certaines variétés, le ciment séricito-siliceux occupe un volume important et que, aux débris énumérés par ces deux auteurs, on peut ajouter: rares fragments de porphyres quartzifères, de rhyolites (déjà notés par ARGAND, in JEANNET, 1913, p. 93), de serpentinites, de porphyrites à structure intersertale et d'amphiboles très altérées. On peut observer tous les termes de passage d'une arkose typique à un quartzite plus ou moins micacé d'une part, et à un grès siliceux feldspathique d'autre part. Les arkozes sont particulièrement abondantes dans les stations 1, 21, 22 et dans les flysch des Gets.

Age : Carbonifère sup.-Werfénien.

Provenance : Roches peu caractéristiques en général, bien représentées dans le domaine insubro-lombard (série de Servino, Verrucano *p.p.*, etc.).

2. b) *Grès arkosiques* : Roches assez fréquentes dans les mêmes stations que ci-dessus; les éléments sont mieux triés et le ciment séricito-siliceux plus abondant et mieux réparti que dans les arkozes s.str., on y observe parfois de rares grains de calcite, dolomie et jaspe rouge, verte ou noire. Nous n'avons pas trouvé les grès arkosiques roses signalés par TRÜMPY et BERSIER (p. 134, type II) dans leur station S, en étroite liaison avec les granites rouges de type Baveno. SPECK (p. 108) signale des types semblables sous la dénomination de « rote Granitbrekzie » et en fait une variété du faciès conglomératique Mocausa, résultat d'une « transgression du flysch directement sur le socle cristallin ». Des grès arkosiques, on passe graduellement aux grès polygéniques plus ou moins calcaires se rapprochant des grès du flysch de type Hunsrück ou Weissenburg.

Age : Carbonifère sup.-Werfénien, ou plus récent, jusqu'à Cénomanien.

Provenance : Même remarque que pour 1. b) en ce qui concerne les grès arkosiques rouges en relation avec les granites de type Baveno. Les autres grès arkosiques peuvent être comparés à certains niveaux liasiques (?) du Canavese (coupe de Levone).

2. c) *Quartzites* : Répartis assez régulièrement dans la majorité des stations, plus fréquents dans la station 1. On peut y distinguer deux types différents: I) comprend des quartzites toujours micacés à muscovite prédominante sur la biotite, pas de grains carbonatés primaires, texture cataclasique, recristallisation importante, litage plus ou moins bien marqué, l'ensemble de la roche a

un caractère épimétamorphique bien marqué; II) comprend des quartzites micacés ou non, à muscovite et séricite, minéraux accessoires courants (zircon, grenat, tourmaline, sphène, apatite, mineraï), parfois légèrement feldspathiques, parfois aussi avec un peu de dolomie et de calcite en grains détritiques, litage assez net, pas de recristallisation de l'ensemble. Cette subdivision est évidemment un peu arbitraire, car on observe des termes de passage entre les deux types. Des quartzites microconglomératiques de faciès Verrucano ont été signalés par SPECK (p. 32) et par MATTER (p. 355) dans les nagelfluh.

Age: Type I): Cycle hercynien.

Type II): Carbonifère sup.-Werfénien.

Provenance: Même remarque que pour 1. d) et 2. a); des quartzites du type II) sont notamment connus dans le Canavese.

2. d) *Grès micacés plus ou moins feldspathiques, à ciment calcaro-séricito-siliceux*: Ce ne sont pas des grès de type flysch, ils s'en distinguent nettement par l'absence de granoclassement, de « lamination » et surtout par la nature de leurs éléments et du ciment et, dans une certaine mesure, par leur stérilité.

Type I: *Grès rouges, roses et bruns*: Stations 5, 15 et 18 (JEANNET, p. 94): nombreux galets de grès rouges lie-de-vin, très fins, durs, micacés, ciment calcaro-siliceux peu abondant, souvent riche en limonite, les éléments sont anguleux: quartz, calcite-dolomie-ankérite, muscovite-séricite, minérais, minéraux lourds (zircon, sphène, apatite, grenat), feldspath, quelques petits prismes d'échinodermes; station 16: un galet de grès gris-brun foncé, très riche en muscovite, stérile, envahi de calcite secondaire et un galet de grès gris-rosé, fin à moyen, micacé, très ferrugineux; station 22: un petit galet de grès micacé lie-de-vin, à ciment assez argileux.

Age: Probablement Lias, par comparaison avec le Canavese.

Provenance: Concordance parfaite (surtout les grès rouges) avec le Lias de la coupe de Vidracco, Canavese.

Type II: *Grès verts, rouillés*: Stations 8 et 9: deux petits galets de grès fin-moyens, peu micacés, cassure vert foncé, patine rouille, ciment chlorito-séricito-limonistique, éléments anguleux bien triés de quartz, micropegmatite, myrmékite, chlorite, muscovite, porphyrite altérée (?), porphyre quartzifère, minérais, stérile.

Age et provenance: Indéterminés, peut-être faciès latéral des arkoses.

Type III: *Grès sombres*: Stations 1, 10, 16, 18, 29: grès en général fins, toujours micacés à muscovite, ciment calcaire ou calcaro-sériciteux, cassure gris-bleu ou gris foncé, éléments anguleux de quartz, plagioclases altérées, calcite-dolomie, chlorite, minéraux lourds, minérais, stériles, sauf deux galets avec de rares prismes d'échinodermes et un galet avec un foraminifère arénacé indéterminable.

Age et provenance: Indéterminés.

2. e) *Grès glauconieux*: Stations 2, 5 et 18: grès fins-moyens, sombres, glauconie rare ou courante, peu micacés, ciment calcaire, éléments anguleux de quartz, calcaire-dolomie, plagioclases, « roches basiques » (?), rhyolite (?), quelques prismes d'échinodermes, un foraminifère arénacé douteux. Ce ne sont probablement pas des grès de type flysch.

Age et provenance: Indéterminés.

2. f) *Grès de type flysch*: Ces grès sont courants ou même abondants dans presque toutes les stations. Il nous semble inutile d'en faire une description précise, car de telles roches sont maintenant bien connues par les nombreux travaux cités au début de ce chapitre; le ciment est calcaire, parfois très abondant, très souvent glauconieux, les éléments anguleux à subarrondis sont très variés, le quartz étant en général largement dominant; on y retrouve en petits grains des débris de presque toutes les roches présentes dans les conglomérats; la microfaune est en moyenne très pauvre et ne consiste qu'en petites Globigérines et *Hedbergella*, exceptionnellement loges brisées de *Globotruncana*. La station 32 est particulièrement riche en galets de grès calcaires, parfois très glauconieux et quartzitiques, parfois silteux, qui sont très fossilifères (petites Globigérines à cachet albo-cénomanien).

Age: Albien à Turonien.

2. g) *Microconglomérat de type flysch* : Un unique élément, subarrondi, de 3-4 cm de diamètre, provenant de la station 7: ciment calcaire peu abondant; les éléments, principalement calcaires, sont assez bien arrondis et triés: calcaires fins à radiolaires et Calpionelles, calcaires plus ou moins siliceux, calcaires spathiques fins, spongolithes, calcaires pseudo-oolithiques aphanitiques, calcaires dolomitiques, quartz, quartzites micacés, porphyres quartzifères, plagioclases altérés, tufs vitreux (?), arkoses, marbres à chlorite et à serpentine, porphyrites, radiolarites vertes, silex sombres, minéraux lourds et grains phosphatés rares; les organismes sont abondants: gros spicules partiellement calcifiés, entroques, radioles, Lithothamnies (?), débris de bivalves, bryozoaires, *Textularia* sp., *Robulus* sp., foraminifères arénacés indéf., une Orbitoline très douteuse observée à la loupe sur la cassure. Le macro- et le microfaciès de ce galet ont un « cachet flysch Simme » très prononcé, mais nous n'avons jamais observé en place une telle roche dans le flysch; les éléments cristallins, bien que très variés, sont peu abondants, si bien que ce microconglomérat se rapprocherait plutôt du type Mocausa que du type Hundsrück; peut-être notre galet provient-il d'une zone paléogéographique intermédiaire et actuellement inconnue dans les Préalpes.

Age : Albien-Cénomanien.

Provenance : Des roches tout à fait semblables sont visibles dans les structures diapiriques du Monferrat (Lauriano), ainsi que, à l'état de galets, dans les conglomérats des Salti del Diavolo (Apennin).

2. h) *Brèche polygénique calcaréo-dolomitique* : Un unique élément de 12 cm de diamètre à la station 10: brèche polygénique, patine jaunâtre, cassure grise, ciment calcaréo-dolomitique peu abondant, éléments anguleux-subanguleux de 0,1-5 cm de diamètre: calcaires à pâte fine avec de rares spicules calcaires, calcaires oolithiques fins et grossiers, calcaires dolomitiques grenus, calcaires oolithiques aphanitiques avec vagues débris de coraux (?), calcaires pseudo-oolithiques, calcaires marneux; l'ensemble est fortement recristallisé et, semble-t-il, dolomitisé. SPECK (p. 80) signale des « polygène Dolomitbrekzien » assez semblables qu'il attribue au Norien.

Age : Trias, éventuellement supérieur.

Provenance : Austro-Alpin en général (cf. SPECK).

2. i) *Brèche intraformationnelle dolomitique* : Un unique galet de petite taille trouvé à la station 14: éléments anguleux de dolomie saccharoïde fine dans un ciment dolomitique un peu plus fin, cassure gris clair, patine gris jaunâtre. SPECK (p. 80) décrit des « monogene Dolomitbrekzien » dont certaines sont typiquement atectoniques; c'est à ce groupe que se rattache notre galet.

Age et provenance : Voir 2. h).

2. j) *Brèche calcaire du type « macchia vecchia »* : Deux galets aux stations 4 et 17: calcaire bréchique rose-beige et gris rosé, à éléments calcaires divers subanguleux-subarrondis, de 3-6 cm de diamètre, nageant dans une pâte abondante de calcaire spathique grossier très fossilifère, parfois gréseux. Les éléments sont surtout des calcaires à pâte fine, organogènes, des calcaires dolomitiques aphanitiques, des calcaires légèrement spathiques; on note dans le ciment spathique: entroques (jusqu'à 8 mm de diamètre), radioles, débris phosphatés, débris de bivalves, *Hemigordius* sp., *Nodosaria* sp., *Robulus* sp., et, dans les éléments fossilifères: une section d'ammonite de 1 cm de diamètre, embryons d'ammonites, débris d'échinodermes, petits gastéropodes, spicules calcaires, ostracodes, sclérites d'holothuries, *Nodosaria* sp., *Lagena* sp., *Involutina* sp. (pl. I, fig. 4).

Age : des éléments: Trias-Lias inf.

du ciment: Lias inf.

Provenance : Seuil du Luganais, Austro-Alpin en général, Canavese; ce type de faciès se retrouve en éléments dans les conglomérats crétacés de Lauriano.

3. ROCHES SÉDIMENTAIRES SILICEUSES

Toutes les stations sont très riches en débris de radiolarites et de silex. Il nous semble inutile de décrire ces roches en détail, nous ne ferions que répéter ce que SPECK (pp. 85-86, 92-94, 96, 106) et TRÜMPY et BERSIER (pp. 135-136) en ont déjà dit; nous nous contenterons de citer les types rencontrés au cours de notre étude:

3. a) *Radiolarites s. str.* : Rouges, vertes, flammées de rouge, vert et gris, avec formes de passage aux calcaires siliceux gris verdâtres très clairs, parfois très riches en radiolaires magnifiquement conservés, de formes très diverses.

Age : Callovien (?) - Tithonique.

3. b) *Silex des calcaires type « maiolica »* : Gris sombre, noirs, verdâtres, plus ou moins riches en radiolaires.

Age : Tithonique sup.-Néocomien.

3. c) *Silex du Lias* : Gris bleutés, noirs, brun noir, rares radiolaires, parfois spicules.

Age : Lias inf. ?-moy.-sup.

La distinction entre les deux types de silex à l'état de galets ne nous semble pas aussi facile que veut bien l'affirmer M. RICHTER (*in SPECK*, p. 94) : les termes de passage et la calcification souvent importante empêchent de classer à coup sûr chaque échantillon dans sa catégorie. Notons encore que certains galets de radiolarite rouge et verte, remaniés surtout dans le Flysch à *Helminthoïdes*, pourraient être d'âge cénonanien (CAMPANA, p. 56), mais il est impossible de les distinguer du type 3. a).

Provenance (a, b et c) : Lombardie, Canavese, etc...

4. ROCHES CARBONATÉES MAGNÉSIENNES

4. a) *Dolomies saccharoïdes* : Relativement courantes dans toutes les stations, ainsi que dans le Flysch à *Helminthoïdes*; patine blanche, grise, brune ou jaunâtre, avec une croûte pulvérulente claire; cassure grise, claire ou foncée; grain variable, de très fin à très grossier; rares petits grains de quartz et paillettes de mica; semble parfois légèrement bitumineux; des fantômes de structure primaire et des microfossiles se laissent parfois deviner.

Age : Dolomie Principale norienne pour la plupart des galets: Trias-Rhétien indéterminé pour les autres.

Provenance : Ubiquiste; Austro-Alpin en général.

4. b) *Calcaires dolomitiques* : Très fréquents dans toutes les stations; ils sont de types très divers et présentent tous les termes de passage plus ou moins aphanitiques entre les dolomies entièrement saccharoïdes du type 4. a) et des calcaires oolithiques, pseudo-oolithiques, calcaréniques, graveleux, etc... à micro - ou macrofossiles déterminables parfois, dont la dolomitisation est à peine esquissée (voir WIEDENMAYER, pp. 573-576). Nous examinerons plus loin chacun de ces derniers types, dans les paragraphes consacrés aux calcaires. Précisons que nos estimations du degré de dolomitisation ne reposent pas sur les méthodes de coloration.

Age : Trias-Rhétien-Lias (?).

Provenance : Austro-Alpin en général.

5. ROCHES CALCAIRES

5. a) *Calcaires à pâte fine* : Les divers types des roches de cette catégorie sont parmi les plus répandus, dans toutes les stations, avec les radiolarites et les calcaires dolomitiques-dolomies. On observe tous les types de passage entre eux, aussi ne décrirons-nous pas avec précision l'un ou l'autre de nos échantillons choisis arbitrairement comme « type », mais nous essayerons de dégager une impression d'ensemble, avec tout ce que cela peut présenter d'artificiel:

Type I: Calcaire à patine gris clair, parfois rosée ou verdâtre, cassure grise ou gris clair, souvent tachetée, pâte très fine, stylolithes courants, parfois zones siliceuses plus ou moins diffuses représentant des amores de silex; la microfaune est toujours abondante, représentée soit par l'association radiolaires-Calpionelles (*C. alpina*, *C. elliptica*, *C. indét.*, *Tintinnopsis carpathica*), soit par les radiolaires seuls, accessoirement on y note de fins spicules calcaires, des petits prismes d'échinodermes, des stomiosphères, des ostracodes, des « Protoglobigérines ».

Age : Tithonique sup.-Berriasiens.

Provenance : Ubiquiste, zone insubro-lombarde.

Type II: Calcaire semblable à I, mais en général un peu plus sombre, nettement moins tacheté, stylolithes exceptionnels, pâte fine légèrement siliceuse à gréseuse, radiolaires abondants, fins spicules calcaires courants, Calpionelles rares à très rares.

Age et provenance: Comme pour le type I.

Type III: Calcaire semblable à II, non tacheté, sans stylolithe, pâte toujours un peu siliceuse, à fins spicules calcaires abondants et radiolaires rares ou absents.

Age: Tithonique sup.-Néocomien, Lias.

Provenance: Comme pour le type I.

Type IV: Calcaire semblable à III, toujours un peu grumeleux, siliceux et très légèrement marneux, allure détritique nette, pas de fine lamination, à radiolaires, Calpionelles, *Saccocoma-Lombardia*, stomiosphères, ostracodes, spicules, « Protoglobigérines » en proportions variables.

Age et provenance: Comme pour le type I.

Type V: Calcaire semblable à IV, mais avec de fines laminations, parfois un certain grano-classement, petits gravillons remaniés de calcaire à pâte fine, parfois pseudo-oolithique; même microfaune que dans IV, mais nettement concentrée dans certains niveaux; le caractère de turbidite est prononcé.

Age: Tithonique sup.-Néocomien.

Provenance: Lombardie, Canavese (coupe du Bric Filia), en éléments dans les conglomérats de Lauriano.

Des roches se rapportant à l'un ou l'autre de ces types sont citées, sous la dénomination de « calcaires à *Aptychus* », par tous les auteurs travaillant dans la Nappe de la Simme s. l.; nous y avons effectivement trouvé des *Aptychus* dans les stations 5, 15 et 18; de tels galets sont également abondants dans les poudingues molassiques. A la station 5, nous avons trouvé un galet du type III qui porte l'empreinte d'un *Harpoceratinae* gen. ? sp. ? (voir sous 5. c).

5. b) *Calcaires à pâte fine, roses, organogènes*: Stations 5, 17, 18, 19: Calcaire compact à patine gris rosé, gris-beige ou rose, à stylolithes, pâte d'aspect porcelainé de même teinte que la cassure, très fine, dans laquelle les microfossiles sont abondants: grosses entroques, fins spicules calcaires, radioles et plaques d'oursins, débris de coraux, d'algues, de petits lamellibranches et gastéropodes, ostracodes, radiolaires (?), foraminifères, parmi lesquels on peut distinguer: *Nodosaria* sp., *Dentalina* sp., *Frondicularia* sp. ?, Lagénidés, Textularidés, Miliolidés, etc... SPECK décrit (p. 83) des « dichte Rätkalke » et (p. 87) des « bunte, dichte Kalke » attribués au Lias-Dogger qui présentent beaucoup d'affinité avec nos calcaires organogènes à pâte fine; il en est de même avec les « rote Kalke » liasiques de MATTER (p. 357) et certains « calcaires organogènes » de TRÜMPY et BERSIER (p. 145) attribués *pro parte* au Jurassique. D'autre part, un galet de la coll. LUGEON, récolté dans les poudingues chattiens de Rivaz, nous a livré, dans une pâte calcaire très fine de couleur rose brique, une association exactement semblable à celle des « nodules » de calcaire fin du niveau 12 de la coupe de la Gueyraz (voir plus haut): *Saccocoma-Lombardia*, *Aptychus*, radioles, stomiosphères, *Globochaete alpina*, radiolaires, spicules, sclérites d'holothuries, *Robulus* sp. Nous n'avons pas trouvé de galet aussi typique du « Rosso ad Aptichi » dans les poudingues de la Mocausa.

Age: Lias (inférieur-moyen ?); Tithonique inférieur.

Provenance: Lombardie, ride d'Arzo, Canavese.

5. c) *Calcaires siliceux*: Cette dénomination vague recouvre en fait un très grand nombre de types, représentés dans presque toutes les stations. Nous avons déjà vu plus haut (3. a), 5. a. II, III, IV, V) les calcaires siliceux clairs à pâte fine, attribuables pour la plupart au Jurassique supérieur-Crétacé inférieur. Les termes de passage entre les divers types présentés ci-dessous sont très fréquents, aussi une classification rigoureuse est-elle illusoire. Comme on pourrait reprendre presque sans retouche, pour nos échantillons, l'excellente description de TRÜMPY et BERSIER (pp. 139-142), nous nous contenterons d'énumérer les types principaux et de donner un inventaire de la microfaune.

Type I: Calcaires siliceux, tachetés, sombres; à spicules grêles en voie de calcification, rares entroques, petits gastéropodes, « filaments » (voir REYRE, 1959), ostracodes et foraminifères (*Lagena* sp., *Dentalina* sp. *Robulus* sp. ?).

Type II: Calcaires siliceux et marneux, sombres ou clairs; petites entroques, fins spicules et radiolaires calcifiés, « filaments », bryozoaires, petits fragments de lamellibranches et gastéropodes, ostracodes, foraminifères indéf., souvent arénacés. Les calcaires de ce type contiennent presque tous de menus quartz détritiques et des petites paillettes de muscovite.

Type III: Calcaires siliceux compacts à zones siliceuses, sombres ou clairs, avec des zones siliceuses nuageuses ou des petits silex assez bien délimités; radiolaires, fins spicules calcaires ou siliceux, rares petites entroques.

Type IV: Calcaires siliceux spongolithiques; à spicules épais ou grêles, radiolaires, tous deux abondants et plus ou moins calcifiés, petites entroques, « filaments », foraminifères (Textularidés, Lagénidés ?).

Type V: Calcaires siliceux lumachelliques et spongolithiques, à coquilles entières, mais indéterminables, de lamellibranches, gastéropodes, brachiopodes; même microfaune que le type IV.

Type VI: Calcaires spongolithiques gréseux; les types IV et V se chargent souvent de matériel détritique fin: quartz, dolomie, calcaire dolomitique, calcaire à pâte fine, glauconie parfois.

Type VII: Calcaires spongolithiques spathiques; par augmentation de la taille et du nombre des débris d'échinodermes toujours présents dans les types IV et V.

Des calcaires siliceux attribuables à l'un ou l'autre de ces types sont très abondants dans les poudingues molassiques (Kieselkalke et Fleckenmergelkalke selon SPECK), et les microfaunes déterminées par TRÜMPY et BERSIER et SPECK sont semblables à celles que nous signalons avec, en plus: *Nodosaria* sp., *Frondicularia* sp., *Cornuspira* sp., *Spirillina* sp., Miliolidés; par contre les macrofossiles déterminables ne semblent pas être très rares; nous en donnons une liste en précisant l'auteur de la détermination:

« <i>Posidonia</i> » sp.	TR.-B.
<i>Rhynchonella</i> (<i>Calcirhynchia</i>) <i>plicatissima</i> (QUENST.)	TR.-B.
<i>Belemnites</i> sp.	SP.
<i>Phylloceras</i> (<i>Partschiceras</i>) <i>partschi</i> STUR.	SP.
<i>Polymorphites</i> (<i>Uptonia</i>) <i>jamesoni</i> (Sow.)	SP.
<i>P. costatus</i> (QUENST.) ?	SP.
<i>Aegoceras</i> cf. <i>sagittarius</i> BLAKE ?	SP.
<i>Arieticeras</i> (<i>Seguenziceras</i>) cf. <i>algovianum pauperculum</i> BETT.	SP.
<i>Harpoceras</i> cf. <i>pectinatum</i> MENEGH.	SP.
<i>Paltopleuroceras</i> <i>spinatum</i> (BRUG.) ?	SP.
<i>Lytoceras</i> <i>audax</i> MENEGH. ?	SP.
<i>Harpoceras</i> sp. ?	TR.-B.
<i>Dactylioceras</i> <i>commune</i> (Sow.)	SP.
<i>D. cf. raristriatum</i> (QUENST.)	SP.
<i>D. cf. subanguinum</i> MENEGH.	SP.
<i>Ericytes</i> cf. <i>fallifax</i> ARKELL	SP.

Cette faune couvre donc l'ensemble du Lias, de l'Hettangien(?) - Sinémurien à l'« Aalénien » compris. Il y a une identité parfaite de la lithologie entre les galets fossilifères des nagelfluh et ceux des types I-VII, provenant des conglomérats de la Simme. Des recherches plus poussées livreraient certainement d'autres ammonites dans les éléments du conglomérat de la Mocausa.

Age : (Hettangien-)Sinémurien-« Aalénien ».

Provenance : Faciès courants en Lombardie jusque dans le Biellese; très abondants (jusqu'à 80%) en galets dans les conglomérats de Lauriano et dans ceux des Salti del Diavolo.

5. d) *Calcaires gréseux*: Les calcaires de ce type sont courants dans de nombreuses stations; diverses variétés, plus rares, spongolithiques, spathiques, pseudo-oolithiques, etc., ont été ou seront énumérées sous d'autres rubriques plus précises. Les plus abondants sont des calcaires sombres, non recristallisés, à quartz détritiques courants, micas et souvent glauconie, fréquemment avec de

fines laminations granoclassées, à spicules calcaires grêles, entroques, bryozoaires, foraminifères arénacés, petites Globigérines et loges brisées isolées. Ils se rattachent certainement au flysch et passent graduellement aux grès calcaires des types 2. f) et 2. g). JEANNET (p. 90) note dans le conglomérat des Crêtés de fréquents éléments de calcaires gréseux à *Orbitolina plana* d'Arch.

Age : Albien-Turonien.

Provenance : Flysch; on retrouve des éléments très semblables, avec débris d'*Orbitolines*, dans les conglomérats de Lauriano et du complexe de base de diverses unités de l'Apennin.

5. e) *Spongolithes* : Ici aussi, nous renvoyons le lecteur à la minutieuse description de TRÜMPY et BERSIER (pp. 136-138); toutefois, il faut mentionner que nous n'avons pas retrouvé toutes les variétés distinguées par ces deux auteurs. Nos galets de spongolithe sont présents presque partout, mais ils sont souvent rares, sauf dans la station 5; ce sont en moyenne des roches qui semblent plus calcaires que celles des poudingues chattiens, sombres, d'aspect grenu, pétries de spicules soit épais et massifs, soit grêles et allongés; on y rencontre d'autres organismes toujours très peu abondants: petites entroques, ostracodes, foraminifères indéf., minuscules gastéropodes.

Age et provenance : Probablement comme pour les calcaires siliceux 5. c).

5. f) *Calcaires lumachelliques* : Ces galets sont très rares en réalité et, si on en connaît proportionnellement beaucoup, c'est parce que les géologues qui ont échantillonné les poudingues de la Mocausa ont toujours eu l'attention attirée par les macrofossiles. Nous décrirons séparément chacun de nos galets:

Station 3: Un galet de lumachelle gris foncé (coll. CAMPANA), à pâte légèrement spathique profondément recristallisée, nombreux exemplaires bien conservés de *Avicula (Oxytoma) dumortieri* ROLL. (dét. C. S.) et, dans la pâte, entroques, bryozoaires, radioles, un foraminifère arénacé indéterminé.

Age : Sinémurien sup.

Provenance : Lauriano, bassin du Monte Nudo (?).

Station 5: Un galet de calcaire lumachellique massif (coll. LUGEON), gris foncé, pâte fine, localement pseudo-oolithique, profondément recristallisé, nombreux brachiopodes et lamellibranches indéterminables (*Avicula* sp.?), très rares et petits gastéropodes, rares spicules calcaires, foraminifères indéterminés.

Age : Rhétien probable.

Provenance : Lombardie.

Station 6: Un galet très proche du type 5. c) V; calcaire lumachellique pétri de fines coquilles indégageables de bivalves, pâte grise, recristallisée, très riche en gros spicules calcaires roulés et usés; le caractère pseudo-oolithique est encore nettement visible localement; rares foraminifères indéterminables, une section d'*Aciculella* sp.

Age : Rhétien possible.

Provenance : Lombardie.

Station 10: Un galet taillé dans une colonie de polypiers, probablement *Thecosmilia* sp.

Age : Rhétien probable.

Provenance : Lombardie.

Stations 15 et 20: Deux galets de calcaire lumachellique gris clair à petits lamellibranches et gastéropodes indéterminés, pâte presque complètement dolomitisée où l'on reconnaît encore de vagues foraminifères, quelques entroques et des spicules.

Age : Trias sup.-Lias inf. (?).

Provenance : Lombardie.

Station 5: Un petit galet de calcaire lumachellique gris clair, pâte fine, organogène, légèrement spathique et siliceuse, quelques plages à structure pseudo-oolithique; nombreux débris de lamellibranches à coquille très épaisse (Ostréidés probables), rares petits brachiopodes, fins spicules cal-

caires, grosses entroques, ostracodes, algues indéterminées, foraminifères: Orbitolines, Miliolidés, Textularidés.

Age: Crétacé inférieur (et moyen ?).

Provenance: Nous avons là un faciès « suburgonien » inconnu en Lombardie et dans le Canavese; il est par contre bien connu dans les zones alpines externes, mais il faut aller jusque sur la ride frioulane pour retrouver un faciès semblable dans l'Austro-Alpin; il nous semble que l'on peut rechercher l'origine de ce galet (et de quelques autres très proches) sur une des rives du bassin du Canavese, peut-être sur sa rive interne qui correspond à la ride dite « insubro-lombarde » dont il sera question plus loin et qui, dès le Jurassique supérieur, sépare le bassin du Canavese du « sillon lombard ». On peut faire la même hypothèse pour les galets de calcaire oolithique-oncolithique datés du Malm (voir sous 5. i) III). SPECK (p. 103) propose une autre origine pour ces galets « suburgoniens »: des calcaires spathiques organogènes cénonmaniens, interstratifiés dans le flysch de la Nappe de la Simme s. str., ont parfois un faciès très proche et peuvent fort bien avoir été remaniés dans les conglomérats de la Mocausa; cette hypothèse, valable pour certains galets, ne sauraient cependant être acceptée pour les galets à *Salpingoporella muhlbergi* du Barrémien-Aptien et à *Pseudotextulariella* du Valanginien (voir plus loin la description de ces galets).

Station 5: Un galet de calcaire lumachellique calcarénitique gris clair (coll. LUGEON), pâte plus ou moins fine, recristallisée, avec éléments de calcaire clair à pâte fine, calcaire dolomitique jaunâtre, rares quartz; gros débris de brachiopodes et d'Ostréidés, entroques, fins spicules calcaires, coraux, algues indé., nombreux foraminifères: Orbitolinidés, Textularidés, Miliolidés. *Haplophragmoides* sp., *Ammobaculites* sp.

Age: Crétacé inférieur (et moyen ?).

Provenance: Même remarque que pour le galet précédent.

SPECK (p. 113) a trouvé dans la station 18 des gros éléments de calcaire lumachellique du Rhétien, il n'en donne malheureusement pas de description précise. FAVRE (p. 105) note des calcaires lumachelliques à la station 10. CAMPANA (p. 55) signale des galets de calcaire organogène « à Polyliers, Mollusques, Algues, Miliolidés, etc. », qu'il attribue à l'Urgonien et dont l'un contient des Calpionelles indubitables. Dans les poudingues chattiens, TRÜMPY et BERSIER (p. 145) notent un galet de lumachelle oolithique d'âge peut-être Rhétien. SPECK (p. 80-83) y a trouvé plusieurs galets de lumachelle à bivalves rhétiens: *Ostrea picteti* MORT., *Gervilleia precursor* QUENST., *G. inflata*, SCHAFH. ?, *Avicula contorta* PORTL., *A. exilis* STOPP., *Cardita austriaca* HAUER, *Anomya Picteti* STOPP. *Terebratula gregaria* SUESS, *Cardium* sp., *Modiola* sp., *Cardita* sp., *Nucula* sp. ?, *Alectryonia* sp. petits gastéropodes, coraux divers dont *Thecosimilia clathrata* EMMR., une dent de *Paralepidotus* STOLLEY.

5. g) *Calcaires spathiques*: Ces calcaires sont relativement fréquents dans presque toutes les stations; nous décrirons les principaux types en ne donnant de détails que pour les échantillons fossilifères.

Type I: Calcaires spathiques fins: stations 2, 3, 5, 19, 28, 29, 31, Flysch à Helminthoïdes: calcaires gris clair, roses, beiges, à petites entroques nageant dans une pâte fine toujours abondante, souvent en voie de dolomitisation, organismes rares: spicules calcaires grêles, radioles, foraminifères indéterminés; à la station 5, un galet de calcaire finement spathique beige clair à débris de bivalves, radioles, bryozoaires, Solenoporacées, rares foraminifères: *Planinvoluta carinata* LEISCHN., cf. *Tetra-taxis* sp., *Lenticulina* sp.

Age: Rhétien (peut-être Rhétien-Lias inf. pour les autres galets).

Provenance: Zone de Lombardie, ride du Luganais ?

Type II: Calcaires spathiques grossiers: stations 5 et 12: calcaires grossièrement spathiques jaunâtres, gris foncé, rosés, à grosses entroques non roulées, ciment calcaire fin, recristallisé, peu abondant, quelques radioles, débris d'algues, rarissimes foraminifères indéterminés.

Age: Rhétien-Lias inf. ?

Provenance: Zone de Lombardie, ride du Luganais ?

Type III: Calcaires spathiques siliceux: stations 15 et 18: calcaires spathiques moyens à grossiers, gris clair, ciment calcaire peu abondant, grosses entroques et radioles partiellement silicifiées, débris de bivalves, *Robulus* sp., *Nodosaria* sp., *Involutina* cf. *liasica* (JONES) ?.

Age : Lias inférieur.

Provenance : Zone de Lombardie, ride du Luganais ?

Type IV: Calcaires spathiques graveleux et gréseux: stations 3, 4, 5, 15, 16, Flysch à Helminthoïdes: calcaires gris, clairs ou foncés, beiges, rosés, spathiques en général grossiers, parfois lumachelliennes, à grains détritiques divers (calcaires: dolomitiques, à pâte fine, siliceux et gréseux, à spicules calcaires, spathiques fins, pseudo-oolithiques; quartz monocristallin ou en agrégats), souvent roulés, ciment peu abondant de calcaire à pâte fine ou en voie de dolomitisation; les organismes sont abondants: entroques parfois énormes, spicules épais ou grêles, radioles, coquilles entières ou brisées de bivalves et gastéropodes, ostracodes, bryozoaires, coraux, algues diverses (Cyanophycées, Solenoporacées), foraminifères; seuls ces derniers permettent de diviser ces calcaires en deux groupes d'âge probablement différent:

- 1) Textularidés, Miliolidés. cf. *Tetrataxis* sp., *Planiinvoluta carinata* LEISCHN., *P. cf. deflexa* LEISCHN. (pl. II, fig. 1).

Age : Rhétien.

Provenance : Ride du Luganais ?

- 2) *Nodosaria* sp., *Haplophragmoides* sp., *Frondicularia* sp., *Robulus* sp., *Ammodiscus* sp., *Trocholina* sp., *Hemigordius* sp. ?, *Involutina liasica* (JONES).

Age : Lias inférieur.

Provenance : Ride du Luganais ?

Nous rattacherons au type IV un unique galet provenant de la station 7: calcaire détritique et spathique gris-vert foncé, à nombreuses et très grosses entroques brunes et ciment calcaire fin; les éléments détritiques sont: quartz, chlorite, biotite, plagioclase, serpentinite, quartzites micacés, tufs cristallins, calcaires à pâte fine, calcaires siliceux, calcaires dolomitiques, grosses oolithes, zircons, apatite; on note les organismes suivants dans le ciment: coraux, algues ?, *Haplophragmoides* sp. ?, *Nodosaria* sp., *Robulus* sp. ?

Age et provenance : Indéterminé, probablement flysch remanié.

CAMPANA (p. 55) et SPECK (p. 107) notent des « brèches à Echinodermes » attribuées au Lias dans leurs poudingues de la Mocausa. KLAUS (p. 113) a signalé dans la station 2 un galet de calcaire spathique rougeâtre à *Orbitolina mamillata* D'ARCH. du Cénomanien; toujours dans un poudingue de type Mocausa, SPECK (p. 107) a trouvé une « Echinodermen brekzie » très gréseuse, avec des Orbitolines, qu'il attribue à l'Albien-Cénomanien. La plupart des types I-IV décrits ci-dessus sont signalés par SPECK (pp. 86-89) et par TRÜMPY et BERSIER (pp. 143-144) dans les poudingues chattiens. MATTER (p. 357) y note un galet de calcaire spathique rougeâtre, légèrement siliceux et glauconieux, à Bélemnites, *Involutina* cf. *liasica* (JONES) et *Astacolus* sp. attribué au Lias.

5. h) *Calcaires oolithiques*: Ces galets sont très rares, en général de petite taille; on peut y distinguer deux types nettement différents:

Type 1: Calcaires oolithiques s. str.; stations 4, 8, 19, 27, 28: calcaires gris très clair, oolithes de 0,1-0,8 mm de diamètre, presque jamais brisées, parfois géminées, cortex bien développé, nucleus indistinct, ciment de calcite hyaline plus ou moins finement cristallisé, rares organismes roulés: fragments de bivalves et de gastéropodes, radioles, gros spicules calcifiés, entroques, rares foraminifères indéterminables; l'ensemble est parfois plus ou moins dolomitisé.

Age : Indéterminé.

Type II: Calcaires oolithiques graveleux et siliceux: ces calcaires, déjà signalés par KLAUS (p. 100) ne se trouvent que dans les stations 1, 27 et dans les microconglomérats signalés par JAFFÉ dans la coupe du Vuargne: calcaires gris très clairs, à ciment calcaire plus ou moins hyalin et recristallisé, magnifiques oolithes bien calibrées, souvent brisées, de 0,5-1 mm de diamètre, dont le nucleus est soit un grain de calcaire, soit un débris d'organisme roulé ou un foraminifère, cortex bien déve-

loppé; les éléments détritiques, anguleux-subarrondis, sont: calcaire à pâte fine, calcaire dolomitique stérile, calcaire dolomitique organogène, calcaire siliceux fin, calcaire lumachellique et spathique fin, quartz mono - ou polycristallin, tuf vitreux légèrement porphyrique à structure fluidale, tuf cristallin. Nombreux organismes: débris de bivalves et de gastéropodes, entroques parfois énormes (jusqu'à 10 mm de diamètre), coraux, radioles, spicules épais, bryozoaires, Cyanophycées, foraminifères pour la plupart indéterminables: *Robulus* sp. ?, Miliolidés, Rotalidés; les quartz néogènes sont courants, certains organismes et même le ciment sont en voie de silicification.

Age: indéterminé, Lias (?).

*En éléments dans les poudingues châtiniens, SPECK (p. 98) signale des calcaires oolithiques gris à *Trocholina alpina* (LEUP.) du Malm, ainsi que (p. 83) des calcaires oolithiques gris, brun-rouge, bruns, parfois échinodermiques et lumachelliques, avec *Frondicularia* sp., *Involutina* sp. ?, Miliolidés, qu'il attribue au Rhétien. TRÜMPY et BERSIER (p. 144) n'ont trouvé qu'un seul galet véritablement oolithique à Trocholines et ils l'attribuent au Berriasien-Valanginien.*

Provenance: On connaît des calcaires oolithiques dans le Rhétien du Luganais; les galets du type II présentent une grande ressemblance avec les éléments oolithiques à coprolithes des brèches liasiques intercalées entre le granite et les diabases de la coupe de la Rosière (voir part. VII, chap. 3, paragr. 3).

5. i) *Calcaires pseudo-oolithiques*: Relativement courants, nous y distinguerons trois types:

Type I: Calcaires pseudo-oolithiques s. str.; stations 1, 5, 12, 15, 19, 24, 28, 29, 31, Flysch à Helminthoïdes: calcaires gris-clair, gris beige ou gris jaunâtre, nombreux débris d'organismes roulés, quelques rares vraies oolithes, pâte toujours fine, abondante, dolomitisée, avec passage graduel aux calcaires dolomitiques aphanitiques; débris de mollusques, de coraux et d'algues (oncolithes ?), Ostracodes, parfois petites entroques et spicules calcaires, les foraminifères sont souvent nombreux.

Station 5: *Trochammina* sp., *Trocholina* cf. *crassa* K.-T., *Angulodiscus* sp., *Aulotortus sinuosus* K.-T., *Glomospirella* sp., *Macroporella* sp. ?, Diplopores indéf., *Solenopora* sp., Codiacées, Cyanophycées (pl. III, fig. 2).

Age: Trias sup.

Station 11: *Agathammina austroalpina* K.-T., *Angulodiscus tumidus* K.-T., *Trocholina* sp., *Angulodiscus* sp., Lagénidés.

Age: Trias sup.

Station 19: *Aulotortus sinuosus* WEINSCH., *Angulodiscus tumidus* K.-T., *Glomospirella* sp., *Semiinvoluta* sp., Miliolidés, Diplopores indéf., *Solenopora* sp., *Aciculella* sp. (pl. III, fig. 1).

Age: Trias sup.

Station 7: Diplopores indéf., Solénoporacées, Textularidés, *Glomospira* sp. ?

Age: Trias moy.-sup.

Station 15: *Trochammina* sp., Miliolidés, *Solenopora* sp., Cyanophycées, *Microtubus communis* FLÜGEL (pl. II, fig. 2).

Age: Rhétien probable.

Station 12: *Trochammina* sp., *Trocholina* sp., cf. *Tetrataxis* sp., *Archaeodiscus* sp. ?, Miliolidés, Textularidés.

Age: Trias sup.-Rhétien.

Type II: Calcaires pseudo-oolithiques spathiques; on trouve dans ce type: des calcaires très semblables au type I, mais plus riches en débris d'échinodermes; les foraminifères sont plutôt rares.

Stations 1, 5, 12: *Trochammina* sp., foraminifères indéterminables.

Age: Trias supérieur probable.

Station 3: Un galet de calcaire gris foncé, à structure pseudo-oolithique nette, très spathique, pâte fine, recristallisée, très légèrement dolomitique, à débris d'organismes peu roulés: mollusques, bryozoaires, coraux, Solénoporacées, ostracodes, *Planiinvoluta carinata* LEISCHN., Textularidés.

Age: Rhétien.

Provenance: Austro-Alpin en général.

Type III: Calcaires pseudo-oolithiques et oncolithiques, que l'on peut séparer en deux groupes d'après la microfaune et la présence de dolomie:

1) Stations 6 et 19: Calcaires pseudo-oolithiques dolomitiques, quelques débris graveleux, grosses oncolithes abondantes, débris de bivalves, radioles, algues diverses, Miliolidés, *Trochammina* sp. SPECK (pp. 113-114) cite dans notre station 18 des calcaires gris-brun, attribués au Malm, avec *Trocholines*, Miliolidés et un organisme indéterminé (Taf. 12, Fig. 35-37) qui se révèle être une *Triasina* sp. indubitable; les « *Trocholina alpina* » déterminées par SPECK dans ce galet sont donc des *Trocholina* sp. triasiques.

Age: Trias supérieur.

Stations 5, 7 et 16: Trois galets de calcaire oncolithique-oolithique-pseudo-oolithiques, quelques débris graveleux, souvent riches en quartz néogène, débris de gastéropodes, bivalves et échinodermes, algues diverses (*Clypeina* sp., *Thaumatoporella* cf. *parvovesiculata* (RAIN.), Cyanophycées, *Parachaetetes* sp. ?), coraux, ostracodes, *Protopeneroplis cribra* WEINSCH., *Conicospirillina basiliensis* MOHLER, *Trocholina* cf. *elongata* (LEUP.), *Trocholina* spp., Textularidés, Miliolidés, foraminifères sessiles indéterminables (pl. II, fig. 3). Dans ses poudingues de type Mocausa remaniés dans la nagelfluh chattienne, SPECK note (p. 107) des calcaires gris clair, oolithiques-oncolithiques ou oolithiques, à pâte grumeleuse légèrement recristallisée, avec *Trocholina alpina* (LEUP.), petites *Nautiloculina* sp., Textularidés, débris d'algues, radioles.

Age: Malm.

Provenance: Même remarque que pour 5. f).

MATTER (p. 358) décrit des calcaires oncolithiques-oolithiques parfois gréseux à microfaune typique du Malm. Les calcaires pseudo-oolithiques signalés par TRÜMPY et BERSIER (pp. 144-145) dans les poudingues du Mont-Pèlerin et attribués au Crétacé inférieur (Berriasien-Valanginien et Urgonien) ont pour la plupart un microfaciès très différent de nos galets et se rattachent très certainement à l'Ultrahelvétique; deux ou trois autres galets, dépourvus de microfossiles caractéristiques, pourraient fort bien se rapprocher de nos calcaires pseudo-oolithiques rhétiens ou infracrétacés.

5. j) *Calcarénites*: Des galets de ces roches sont assez rares, mais ils sont présents dans de nombreuses stations.

Type I: Calcarénites pseudo-oolithiques: stations 5, 8 et 9; quatre galets de calcaire gris très clair, plus ou moins dolomitises, à éléments roulés de calcaires divers, gros débris de bivalves et de gastéropodes, ciment fin, abondant, avec ostracodes, débris d'échinodermes, *Macroporella* sp., Diplopores indé., *Solenopora* sp., Cyanophycées, *Involutina* spp., *Glomospira* sp., *Glomospirella* sp., *Semiinvoluta* sp. ?, *Hemigordius* sp., *Trochammina* sp., Miliolidés, Variostomidés (pl. II, fig. 4).

Age: Trias moyen-supérieur.

Provenance: Austro-Alpin en général, voir 5. i).

Station 5: Un galet de calcaire gris cendré, dolomitique, à nombreux débris roulés de calcaires pseudo-oolithiques, spathiques, coralligènes, etc..., ciment fin, Cyanophycées, grosses entroques, coraux, *Planiinvoluta* cf. *deflexa* LEISCHN. ? *Trocholina* sp. ?

Age: Rhétien probable.

Provenance: Austro-Alpin en général, voir 5. i).

Station 10: Un galet de calcarénite pseudo-oolithique très fine, pâte de calcaire fin à radiolaires abondants et de formes très variées, petits spicules siliceux, granoclassement net dans les lits grossiers à éléments de calcaires à pâte fine, calcaires grumeleux, petites entroques, menus débris de coquilles; on trouve dans la pâte et dans les lits granoclassés: radiolaires, *Textularia* sp., *Pseudotextulariella* sp. ?, Miliolidés. Cet échantillon se rattache au type 5. a). V en plus grossier.

Age: Néocomien (Valanginien).

Provenance: Voir 5. a). V.

Type II: Calcarénites pseudo-oolithiques et spathiques: calcaires gris clair, parfois rosés, à éléments roulés de calcaires divers, les débris organiques roulés sont également abondants, certains galets sont lumachelliques.

Stations 5 et 3: Calcarénite pseudo-oolithique peu spathique, à éléments de calcaires: à pâte fine à stomiosphères, aphanitique dolomitique, pseudo-oolithique, siliceux, spathique fin et de silex, ciment calcaire plus ou moins hyalin, très organogène: algues diverses (*Lithoporella* sp. ?), coraux, entroques, débris de lamellibranches, coprolithes (?), nombreux foraminifères: *Pseudotextulariella* sp., Orbitolinidés, Miliolidés, *Spirillina* sp., foraminifères arénacés indéterminés.

Age: Valanginien.

Provenance: Voir 5. f).

Station 5: Un galet très semblable avec des éléments détritiques de calcaires siliceux fins, calcaire dolomitique, calcaire à pâte fine à radiolaires et Calpionelles indéterminées, avec entroques, radioles, débris de bivalves, oncolithes, coraux ?, *Glomospira* sp., Textularidés, Rotalidés.

Age: Probablement Crétacé inférieur.

Provenance: Voir 5. f).

Stations 8, 12, 16, 29; Flysch à Helminthoïdes: plusieurs galets, toujours dolomitisés, à éléments roulés de calcaire dolomitique organogène, calcaire à spicules grêles, calcaires siliceux, avec nombreux débris de bivalves, de gastéropodes et de coraux, Cyanophycées, Solenoporacées, grosses et fines entroques, spicules partiellement ou complètement calcifiés, ostracodes, nombreux foraminifères: *Planiinvoluta carinata* LEISCHN., *Semiinvoluta* sp. ?, *Involutina* sp., *Trocholina* spp., *Trochammina* sp., *Glomospira* sp., *Haplophragmoides* sp., Textularidés, Miliolidés ?

Age: Rhétien.

Provenance: Austro-Alpin en général.

5. k) *Calcaires marneux*: C'est une catégorie presque absente dans nos poudingues. Nous avions déjà vu ci-dessus une variété légèrement marneuse des calcaires siliceux (« Fleckenmergelkalke » de SPECK). A part cela, nous n'avons trouvé (station 3) qu'un seul galet de calcaire marneux non siliceux, à grain fin, avec *Frondicularia* sp., Lagénidés, probablement du Lias. Nous pouvons y rattacher éventuellement un petit galet (station 19) de calcaire faiblement marneux et grumeleux avec *Involutina* cf. *liasica* (JONES). TRÜMPY et BERSIER (p. 158) ont déjà noté à propos des poudingues du Mont-Pèlerin que les calcaires marneux et les sédiments argileux en général ont été presque totalement éliminés au cours du transport fluviatile. Probablement est-il de même en ce qui concerne les poudingues de la Mocausa. Notons encore que des galets argileux, marneux ou silteux provenant du flysch, sont remaniés dans les grès granoclassés et les poudingues du flysch cénomano-turonien et surtout du Flysch à Helminthoïdes; SPECK en signale (p. 107) dans ses poudingues de type Mocausa.

5. l) *Calcaires noduleux*: Nous n'avons pas trouvé de véritable calcaire noduleux dans nos stations; seuls certains galets de calcaire rosé ou verdâtre, à pâte fine, à microfaune tithonique ou liasique (voir sous 5. b) pourraient représenter des « nodules » isolés de leur gangue marneuse. SPECK (pp. 87-88) a trouvé dans la nagelfluh du Rigi des calcaires noduleux attribués au Lias (« Ammonitico Rosso » ou « Adnetherkalk »).

5. RÉPARTITION DES ÉLÉMENTS DANS LA NAPPE DE LA SIMME S.L.

Certaines tendances se dégagent au terme de cette étude et nous allons les esquisser brièvement... en soulignant leur caractère provisoire encore:

— la « Nappe de la Simme s. str. » est caractérisée par des éléments surtout sédimentaires dont les affinités avec les provinces insubrienne et lombarde en général sont nettes; elle ne semble pas contenir de roches ophiolitiques alpines; les roches cristallines du socle hercynien y sont très rares, mais les arkoses permocarbonifères y sont courantes; les roches du complexe effusif et pyroclastique permien sont présentes en

petite quantité; il est très probable que les granites rouges du type Baveno, connus actuellement uniquement dans le Chattien (à l'état de galets isolés ou en éléments dans des conglomérats de type Mocausa remaniés) proviennent de la « Nappe de la Simme s. str. »

— la « *Nappe des Gets* », à laquelle nous rattachons à titre provisoire le flysch du Hundsrück et du Kalberhöni est caractérisée avant tout par ses « lentilles » de roches ophiolitiques et de granites hercyniens; les éléments de ses niveaux grossiers comprennent les mêmes roches sédimentaires, mais beaucoup moins abondantes et diversifiées que celles de la « Simme s. str. », des roches cristallines hercyniennes en abondance, des roches ophiolitiques alpines, des roches effusives et pyroclastiques permianes et, semble-t-il, pas de granite de type Baveno. Parmi les roches sédimentaires, les calcaires oolithiques graveleux et siliceux (type 5. h). II), semblables aux calcaires liasiques à coprolithes de la Rosière, semblent également être caractéristiques de la « *Nappe des Gets* ».

— la « *Nappe du Flysch à Helminthoides* » est caractérisée par le grand nombre des éléments de type flysch et d'âge albo-turonien remaniés, ainsi que par la coexistence en proportions variables des éléments sédimentaires, cristallins, effusifs de tous âges.

Ces différences de composition dépendent aussi bien des modalités de dépôt dans le (ou les) bassin(s) du flysch au cours d'une même période que de l'évolution de l'apport détritique tout au long du Crétacé supérieur. Nous tenterons dans un chapitre ultérieur de tirer parti de ces données et de les intégrer dans un cadre paléogéographique plus général.

Sur un plan plus régional et préalpin, nous ajouterons encore quelques remarques suggérées par cette étude: la présence d'un « corps de la nappe » (TRÜMPY et BERSIER, p. 161) avec sa « kristalline Kernmasse » (SPECK, p. 115) est loin d'être certaine et nous pensons plutôt que l'immense masse actuellement érodée de la Nappe de la Simme s.l. n'était composée que de flysch emballant de nombreuses écailles d'âges, de natures et de dimensions très divers. Le volume considérable de la molasse conglomératique chattienne nous semble provenir davantage du démantèlement des conglomérats de la Simme que de l'érosion d'un « corps de la nappe » anté-flysch; cette impression est confirmée par le caractère résiduel des poudingues du Mont-Pèlerin et par la proportion notable et assez constante de galets de flysch depuis la base jusqu'au sommet de la série étudiée par TRÜMPY et BERSIER (voir également FALLOT, 1956).

A propos de la molasse, disons encore que nos déterminations d'âge et de faciès des galets des poudingues de la Simme permettent d'attribuer à cette dernière nappe un rôle de « fournisseur » encore plus grand que ne le pensaient TRÜMPY et BERSIER (p. 161) et de diminuer d'autant le rôle des Préalpes Médianes et de l'Ultra-

helvétique. A ces deux unités étaient attribués, entre autres, tous les galets de calcaires pseudo-oolithiques et oolithiques d'âge Crétacé inférieur, ainsi que les calcaires organogènes plus ou moins oncolithiques-oolithiques du Malm. Or ces roches se retrouvent en éléments dans les poudingues de la Mocausa, si bien qu'il ne reste à la nappe des Préalpes Médianes et à l'Ultrahelvétique que de rares galets dont l'attribution est certaine.

PARTIE VIII

COMPARAISONS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

Au cours des sept parties précédentes, nous avons exposé un certain nombre de faits, connus ou inédits, concernant la géologie de régions apparemment indépendantes les unes des autres. Nous allons maintenant reprendre toutes ces observations, les discuter, les comparer et les grouper, tenter enfin la reconstitution d'une image synthétique d'ensemble. Nous suivrons le même chemin que dans les parties descriptives, partant de l'Apennin et aboutissant à la nappe de la Simme des Préalpes, après avoir passé par le Monferrat et le Canavese (voir cartes des planches IV et V).

Une telle démarche implique nécessairement la discussion de certains problèmes généraux concernant les Alpes; quelques-uns ont été abordés ici, d'autres effleurés seulement, d'autres encore volontairement laissés de côté pour des raisons fort diverses, dont la plus évidente réside dans le fait que notre but et nos moyens sont forcément limités.

CHAPITRE 2

LES RAPPORTS ENTRE DOMAINE INSUBRIEN ET DOMAINE LIGURE

1. LA RIDE INSUBRO-LOMBARDE DANS L'APENNIN LIGURE

L'association des galets formant le conglomérat des Salti del Diavolo indique clairement une origine insubro-lombarde. Une alimentation directe à partir des zones insubrienne et lombarde et à travers la Plaine du Pô, qui a été envisagée par SAMES (1963 et 1965), n'est pas concevable si l'on considère, comme nous le faisons,