



HAL
open science

Les régions sources du matériel terrigène dans les flyschs alpins

Walter Wildi

► **To cite this version:**

Walter Wildi. Les régions sources du matériel terrigène dans les flyschs alpins. 1987, pp.379-388.
insu-00514512

HAL Id: insu-00514512

<https://insu.hal.science/insu-00514512>

Submitted on 2 Sep 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES REGIONS SOURCES DU MATERIEL TERRIGENE DANS LES FLYSCHS ALPINS**

Walter WILDI*

RESUME. - Le matériel terrigène qui constitue les sédiments des flyschs alpins et ligures d'âge barrémien à priabonien a été emprunté aussi bien sur les fronts en progression de l'orogène que sur les bordures du continent européen "stable". De ce fait, une inversion des bassins européens a dû intervenir dès le début de l'orogénèse, au cours du Crétacé.

ABSTRACT. - Flysch sediments in the Alps are of Early Cretaceous to Late Eocene age. Their deposition coincided in time with the alpine orogenesis. However, terrigenous material was not only derived from the progressing orogenic front and from intrabasinal structural highs, but also from the "passive" European margin. This fact is explained by the inversion of the European marginal platforms and basins of Tethys up from the beginning of the orogenesis in the Cretaceous.

1. INTRODUCTION

Pour permettre la sédimentation de flyschs dans les bassins de la Téthys alpine, les conditions suivantes ont dû être remplies:

- émergence de régions sources productrices de matériel terrigène;
- développement de chemins "directs", facilitant un transport rapide du matériel des régions sources jusqu'aux talus des bassins marins profonds;
- existence de talus suffisamment inclinés, expliquant le transport en profondeur par des courants de turbidité.

Ce sont essentiellement des faits de trois ordres qui ont pu contribuer à la réalisation de cette situation de départ, c'est-à-dire:

1. Les variations eustatiques du niveau marin global, conduisant à l'émergence de régions sources par abaissement du niveau eustatique (Van STUIJVENBERG 1979);
2. L'inversion et le soulèvement de certains reliefs bordiers et au sein de la Téthys alpine, dus aux effets de l'orogénèse (HOMEWOOD 1983, HOMEWOOD & CARON 1982);
3. Des conditions climatiques peu favorables à l'établissement d'une couverture végétale protectrice sur les régions émergées.

** Projet FNSRS No 2.486-0.82 (C. Caron, Fribourg).

* Département de Géologie et Paléontologie, 13, rue des Maraîchers, CH- 1211 Genève 4, Suisse.

Le travail présenté ici assemble et discute les données relatives à ces conditions pour la Téthys alpine. Ainsi, il tente de faire la liaison entre l'évolution de la sédimentation dans les bassins marins profonds et celles des reliefs structuraux et des continents qui bordaient les bassins durant la période de dépôt des flyschs.

2. DEFINITION, AGE ET STRATIGRAPHIE DES FLYSCHS

Le "flysch" a été défini en 1827 par B. STUDER en tant qu'unité lithostratigraphique locale dans le Simmental des Préalpes romandes, puis étendu en 1847 comme terme lithologique descriptif en-dehors des Préalpes. Le mot a été utilisé ensuite dans un sens tantôt chronologique (BERTRAND 1897) ou de "faciès orogénique" (ARBENZ 1919, TERCIER, 1947, KERCKHOVE et al. 1980, TRÜMPY 1980), tantôt dans un sens sédimentologique de turbidites (à la suite de KUENEN & MIGLIORINI 1950 et de BOUMA 1962), ou dans un sens océanographique de cônes marins profonds ou de remplissage de zones de "trench" (suite à MUTTI & RICCI LUCCHI 1972, WALKER & MUTTI 1973, DEWEY & BIRD 1970, etc.). De ce fait, une explication sur les critères utilisés ici pour l'appellation de ces sédiments s'impose. Ces critères, (analyse in WILDI et al., à paraître), reposent sur les observations suivantes, applicables aux flyschs de la région type de STUDER (1827):

- les flyschs sont des sédiments détritiques dont le transport de la région source vers le bassin sédimentaire s'est terminé par une phase gravitative (turbidites, coulées boueuses, etc.) impliquant une resédimentation du matériel;
- les faunes et ichnofaunes associées à de minces lits hémipélagiques au sommet des turbidites indiquent le plus souvent une aire de dépôt à grande profondeur marine, proche ou en-dessous de la CCD. Des exceptions à cette règle se trouvent cependant dans la nappe de la Simme, dans les Préalpes Médiannes (CARON et al. 1980) et dans le domaine ultrahelvétique (HOMEWOOD 1974, 1977, FERRAZZINI 1981), où les bassins sédimentaires étaient de profondeur modérée;
- la sédimentation des flyschs est postérieure aux phases extensives des marges; elle coïncide approximativement avec la convergence alpine exprimée par les phases thermiques et les déformations à toutes les échelles enregistrées dès le début de l'orogénèse jusqu'au début de la collision terminale.

En appliquant ces critères aux séries sédimentaires des Alpes et de l'Apennin septentrional (fig. 1), les premiers flyschs apparaissent dès le Barrémien ou l'Albien. Ce sont les Tristel-Schichten et le Flysch-Gault décrits dans les Alpes orientales par SCHWIZER (1984) et HESSE (1972). Au niveau des Alpes centrales, le début de la sédimentation turbiditique et terrigène en milieu marin profond se passe à peu près au même moment, ou légèrement avant, avec le dépôt de la Formation de la Klus (Hauterivien probable, PANTIC & ISLER 1978) dans le bassin nord-pennique des Bündnerschiefer du Prätigau. Dans les bassins sud-penniques et ligures des Alpes centrales et occidentales ainsi que dans le bassin lombard, les premiers flyschs datent du Cénomaniens, voire du Turonien basal (BURGER 1978, WICHT 1984, BICHSEL & HAERING 1981). Cette sédimentation se termine à l'Eocène supérieur avec les flyschs des domaines bordiers de la plate-forme helvético-dauphinoise: Ultrahelvétique des Alpes centrales, Aiguilles d'Arves des Alpes occidentales (HOMEWOOD 1974 et 1977, STANLEY 1965, BRAVARD et al. 1981).

Les séries turbiditiques d'âge oligocène inférieur sur la plate-forme européenne ("flyschs helvétiques", Grès de Taveyanne, du Val d'Illeiez, d'Annot, du Champsaur) sont distinguées ici des flyschs alpins, du fait de leur liaison étroite avec l'évolution des bassins d'avant-pays (HOMEWOOD et al. 1985).

Les flyschs alpins constituent souvent des unités tectoniques décollées de leur substratum stratigraphique. Cependant là où celui-ci est connu, il s'agit de sédiments pélagiques et hémipélagiques indiquant des profondeurs de bassin déjà grandes, correspondant à une subsidence bien antérieure au début de la sédimentation des flyschs: radiolarites, calcaires à calpionelles et couches à foraminifères dans la nappe de la

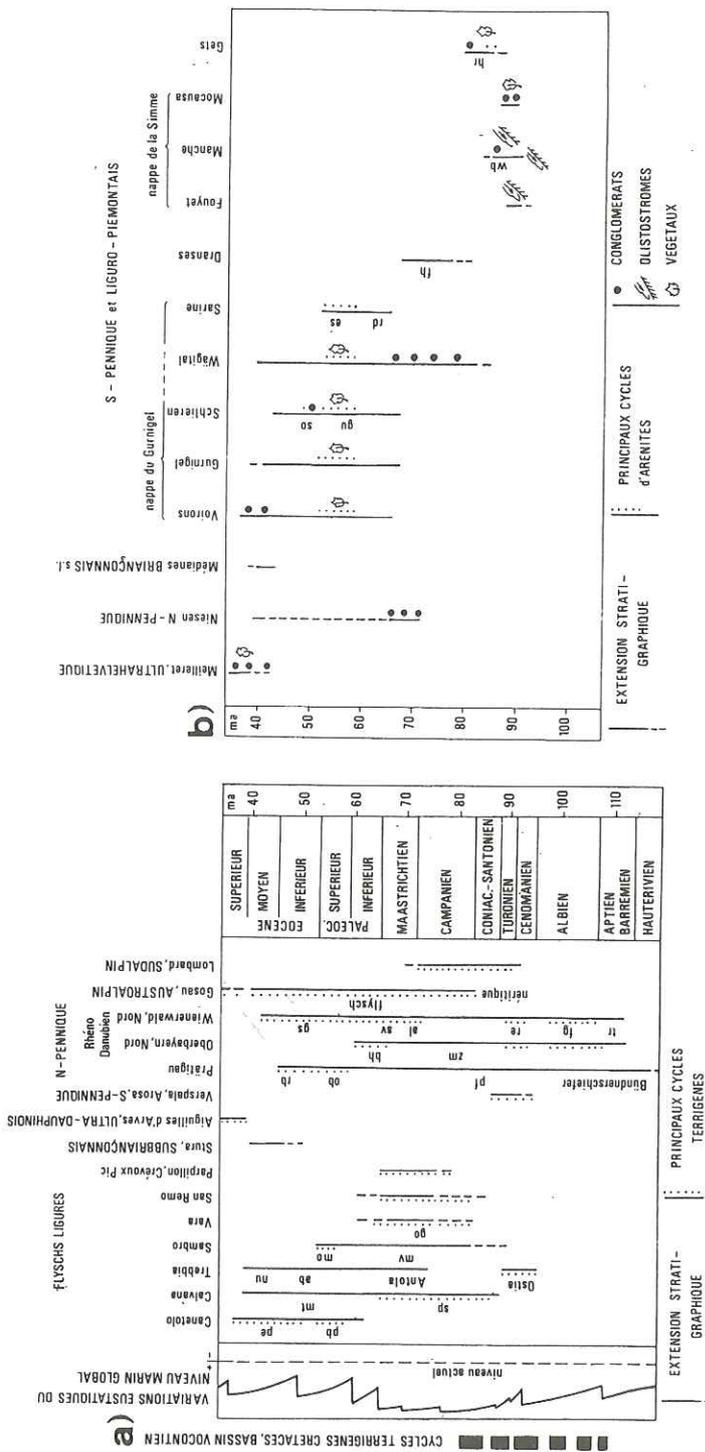


Fig. 1: Age des principaux flyschs dans les Alpes et dans l'Apennin septentrional.

Fig. 1a: Flyschs de l'Apennin septentrional, des Alpes occidentales (sans Préalpes), des Alpes centrales et orientales. Abréviations: ab = Albiolo, al = Altenbach, bh = Bleicherhorn, fg = Flysch-Gault, go = Gottero, gs = Greifensteiner, mo = Monghidoro, mt = Monte Morello, mv = Monte Venere, nu = Nure, ob = Oberälpli, pb = Ponte Bratica, pe = Petriagnacola, pf = Prätigau-Flysch, rb = Ruchberg, re = Reiselberger, sp = Sillano, Pietraforte, sv = Sieveringer, tr = Tristel, zm = Zementmergel. Références principales (de gauche à droite): Bassin vocontien: DEBRAND-PASSARD (éd., 1984), variations eustatiques: VAIL et al. (1977), Canetolo, Trebbia, Sambro, Vara: ABBATE & SAGRI (1970), San Remo: VANOSI (1965), VANOSI et al. (1984), Crévoux Pic, Parpaillon: KERCKHOVE (1969), TASSE (1982), Stura: STANLEY (1965), Aiguilles d'Arves: BRAYARD et al. (1981), Verspala, Arosa: BURGER (1978), Prätigau: NANNY (1948), PANTIC & ISLER (1978), Rhéno-Danubien: FREIMOSER (1972), HESSE (1972), Von RAD (1972), FAUPL et al. (1970), FAUPL (1975), Gosau: FAUPL (1983), FAUPL & WAGREICH (1983), flyschs lombards: BICHSEL & HAERING (1981).

Fig. 1b: Flyschs des Préalpes et unités associées. Abréviations: es = Estavannens, fh = Flysch à Helminthoïdes, gu = Guber, hr = Hundsrück, rd = Reiden, so = Schoni, wb = Weissenburg. Références (de gauche à droite): Meilleret: HOMEWOOD (1974, 1977), FERRAZZINI (1981), Niesen: ACKERMANN (1984), Médianes: CARON et al. (1980), Voiron, Gurnigel, Schlieren: Van STUIJVENBERG (1979), WINKLER (1983, 1984), Wägital: WINKLER et al. (1985), Sarine: CARON et al. (1980), Dranses: CARON (1972), FLUCK (1973), Fouyet, Manche, Mocausa: WICHT (1984).

Simme, argiles à palombini dans la nappe des Gets, micrites à *Globotruncana* dans la nappe du Niesen, etc. Une exception notable à cette règle se trouve dans les bassins de Gosau, dans les Alpes orientales, où les flyschs surmontent des couches néritiques (FAUPL 1983, OBERHAUSER 1980).

Les flyschs terminent généralement les séries sédimentaires vers le haut. Seuls des olistostromes et wildflyschs se trouvent par endroit superposés stratigraphiquement aux flyschs arénitiques et pélitiques.

3. ORIGINE PALEOGEOGRAPHIQUE DU MATERIEL TERRIGENE ET DISTRIBUTION AU SEIN DES BASSINS

La fig. 2 a-d résume nos connaissances concernant les directions de transport du matériel dans les bassins de flysch du Crétacé inférieur à l'Eocène. Ces informations se basent sur des mesures de figures d'érosion. Les directions ont été replacées dans une paléogéographie schématique, modifiée et complétée d'après WILDI (1985), sans tenir compte de rotations possibles au cours du transport des nappes. Ces directions de paléocourants peuvent indiquer, lorsqu'elles ont été mesurées dans des dépôts proximaux, la position relative des sources par rapport aux bassins. Au centre des bassins en revanche, les mesures correspondent généralement à des directions d'écoulement déviées.

Les sources principales de terrigène qui ont fonctionné entre le Crétacé inférieur et l'Eocène sont les suivantes (fig. 2):

- a) Crétacé inférieur: les flyschs rhéno-danubiens sont alimentés par une ride de type médio-pennique, située au sud du bassin (HESSE 1972, FREIMOSER 1972, Von RAD 1972, SCHWIZER 1984). La position des sources du matériel des Bündnerschiefer n'est pas connue.
- b) Cénomaniens-Turonien: dans le bassin rhéno-danubien des Alpes orientales, le Flysch de Reischelsberg est alimenté par une source en position septentrionale, soit intra-téthysienne (Tauern ?) soit européenne (Massif bohémien ?). Des sources en bordure de la marge méridionale de la Téthys doivent être invoquées pour l'alimentation en matériel à éléments ophiolitiques des bassins néritiques de Gosau. L'implication d'ophiolites dans des contacts tectoniques et leur ascension avec des éléments de croûte continentale a été suggérée par DIETRICH (1976) pour expliquer ce phénomène. Le bassin lombard, situé "en arrière" du front sud-alpin ou austroalpin chevauchant est alimenté par la bordure active située au Nord (BICHSEL & HAERING 1981).
- c) Coniacien-Maastrichtien: des régions sources fonctionnent aussi bien sur les bordures européennes "passives" que sur des reliefs structuraux à l'intérieur de la Téthys alpine et au front nord de l'orogène en progression. Du côté de l'Europe, le bloc corse et le massif des Maures alimentent les flyschs de la partie occidentale des bassins liguro-piémontais (VANOSSI 1965, VANOSSI et al. 1984). Dans les Alpes orientales, les sources ont une position paléogéographique et une composition pétrographique identiques à celles du Crétacé inférieur et du Cénomano-Turonien (FREIMOSER 1972, Von RAD 1972, HESSE 1972). Au sein du domaine nord-pennique, des sources tectoniquement actives fournissent de grands volumes de matériel, le cas le plus frappant étant celui du bassin du Niesen, où environ 1700 m de flysch se sont déposés au cours du Maastrichtien.
- d) Paléocène-Eocène: sur la bordure des bassins des Alpes occidentales et de l'Apennin, les sources sont variées du côté Europe au cours du Paléocène ou de l'Eocène inférieur. Dans les Alpes centrales et orientales, la situation ressemble d'abord à celle que l'on trouve à la fin du Crétacé. Ensuite, à partir de l'Eocène moyen élevé et à l'Eocène supérieur, la sédimentation de matériel provenant des différents fronts en progression de l'orogène se généralise. Le dépôt de ces flyschs est immédiatement suivi du charriage de l'édifice des nappes sur la bordure helvético-dauphinoise.

4. LES CONDITIONS FAVORABLES A LA GENESE DES FLYSCHS

Les variations globales du niveau marin sont comparées fig. 1 avec la stratigraphie des flyschs alpins et plus particulièrement avec les cycles terrigènes majeurs. Des conditions favorables à l'érosion et à la remobilisation de sédiments sur les deltas et plate-formes, entrepôts temporaires, se trouvent pendant les périodes de niveau eustatique bas qui sont:

Barrémien à Albien moyen: c'est l'âge des Tristel-Schichten, du Flysch-Gault et de certains Bündnerschiefers dans les Alpes orientales et Centrales (réf. fig. 1).

Cénomaniens-Turonien inférieur: base des flyschs de Reiselsberg et d'Arosa, des flyschs de la Simme et d'Ostia, flyschs lombards.

Paléocène-Eocène: plusieurs flyschs dans tous les domaines paléogéographiques sont déposés pendant les périodes de niveau abaissé au Paléocène et à l'Eocène, dont le Guber-Sandstein et le Schoni-Sandstein dans le domaine du Schlieren-Flysch (WINKLER 1983, 1984) et les grès de Ponte Bratica et de Petriagnicola dans le bassin ligurien (ABBATE & SAGRI 1970).

Des conditions particulièrement défavorables, avec un niveau marin global élevé, caractérisent la période allant du Turonien supérieur jusqu'à la fin du Maastrichtien. Cette période englobe notamment le dépôt des flyschs à Helminthoïdes dans les bassins penniques et ligures.

Des informations concernant le paléoclimat et la couverture végétale protectrice peuvent être obtenues à partir du contenu floristique des sédiments terrigènes. Dans la fig. 1, les flyschs préalpins riches en débris organiques ont été distingués à titre indicatif. Cette figure démontre que toutes les principales formations à terrigènes grossiers contiennent beaucoup de débris de plantes flottés. L'érosion dans les régions émergées se faisait donc, du Crétacé inférieur au Paléogène, malgré une couverture parfois abondante. Cette appréciation est confirmée par l'apparition de sédiments terrigènes grossiers au sein des bassins du sud-est de la France (fig. 1 bassin vocontien), à partir de l'Aptien moyen. Cependant, aucune analyse palynologique ou paléobotanique ne permet actuellement d'apprécier la densité de ces couvertures végétales.

Les conséquences sédimentaires directes de mouvements orogéniques sont traduites par les flyschs conglomératiques à grand taux de sédimentation, tels le Flysch du Niesen (ACKERMANN 1984) et le Flysch du Meilleret (HOMEWOOD 1974) dans les Préalpes. En effet, la présence massive de matériel de socle (jusqu'à 50%) y indique une surrection par failles et chevauchements des régions sources situées à l'intérieur des bassins téthysiens et le long des fronts actifs de l'orogène. On manque en revanche d'indications du même type pour les sources situées en bordure du continent européen non encore atteint par les nappes, où l'on peut attribuer à une surrection lente la production de matériel grésopélitique.

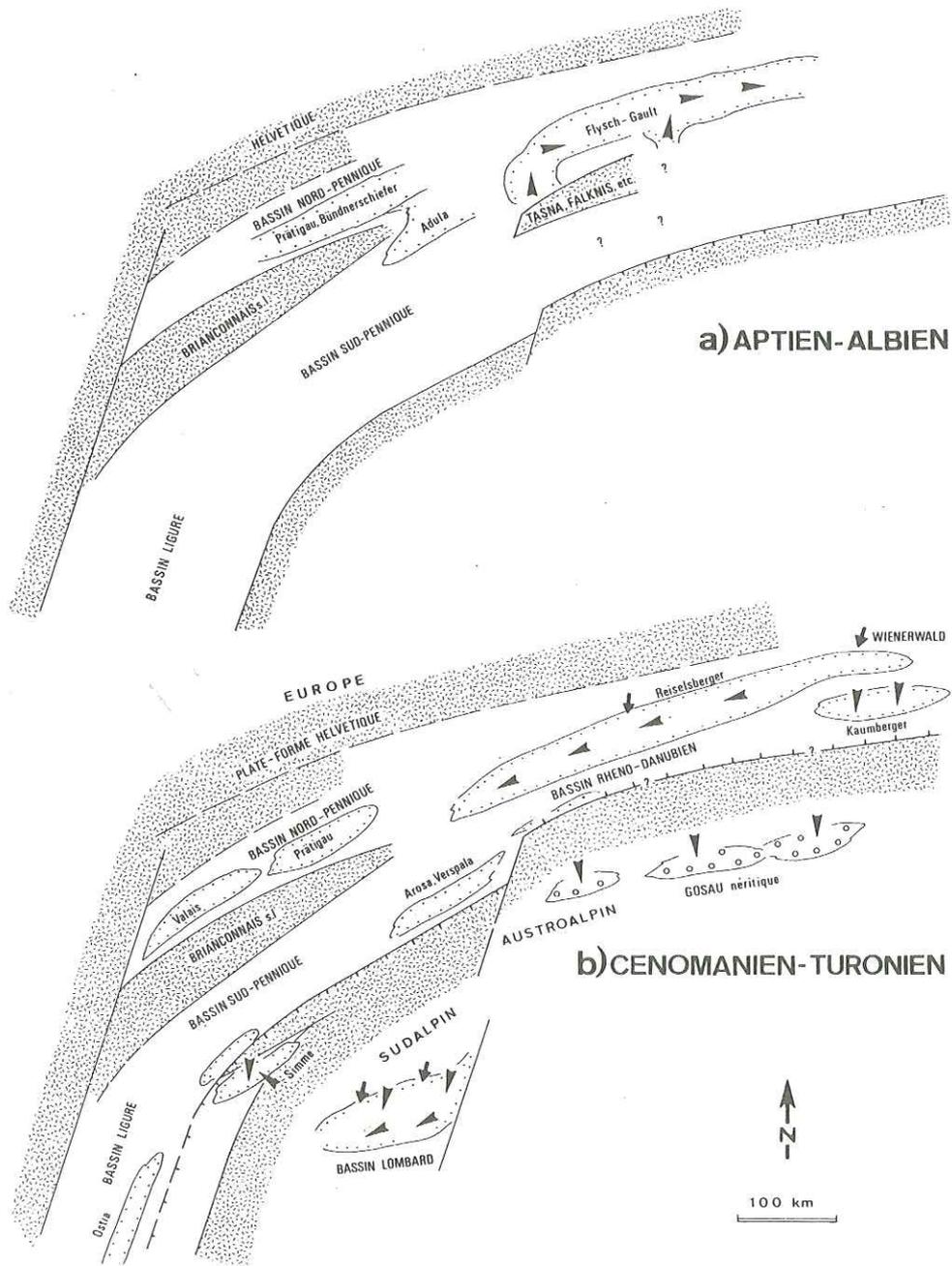
5. CONCLUSIONS

Le début de l'orogénèse alpine et celui de la sédimentation de flyschs dans les bassins alpins sont synchrones, en progressant de l'Est (Alpes orientales: Crétacé inférieur, Hauterivien ou Barrémien) vers l'Ouest (Alpes occidentales: début du Crétacé supérieur). Les sources situées sur les fronts en progression de l'orogène sont les premières à fournir du matériel terrigène; elles sont cependant suivies rapidement par des sources du côté de l'Europe "stable":

- c'est le cas pour le Flysch de Reiselsberg d'âge cénomanien à Turonien, et pour les sédiments du type flysch à Helminthoïdes dans les bassins ligures occidentaux.

La soumission de ces sources à l'érosion ne peut pas être expliquée par le simple fait de variations eustatiques mondiales du niveau marin (celui-ci est en effet élevé du Turonien supérieur jusqu'à la fin du Maastrichtien), ni par des conditions climatiques particulièrement favorables à l'érosion. On est, par conséquent, amené à postuler l'existence d'une remontée des avant-pays européens de la Téthys alpine dès le début de l'orogénèse au Crétacé inférieur.

Remerciements: cette publication a été réalisée à la suite d'un travail de recherche à l'Institut de Géologie de Fribourg. Je remercie cordialement le directeur et les chercheurs de cet institut de leur soutien: A. Ackermann, Ch. Caron, J.P. Clément, P. Homewood et J.M. Wicht. M. le Dr. R. Wernli (Genève) a bien voulu critiquer et corriger le manuscrit et J. Fellmann s'est chargée de la mise au propre.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABBATE, E. & SAGRI, M. (1970).- The eugeosynclinal sequences. In: Development of the Northern Apennines geosyncline (G. Sestini Ed.). *Sediment. Geol.*, 4, 252-340.
- ACKERMANN, T. (1984).- Le Flysch de la nappe du Niesen. *Thèse Univ. Fribourg*, inédit.
- ARBENZ, P. (1919). - Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung der Alpen. *Natf. Ges. Zürich, Vierteljahresschrift*, 64, 246-275.
- BERTRAND, M. (1897). - Structure des Alpes françaises et récurrence de certains faciès sédimentaires. *C.R. Congr. int. géol.*, 6e sér. (1894), 163-177.
- BICHSEL, M. & HAERING, M.O. (1981). - Facies evolution of Late Cretaceous Flysch in Lombardy (Northern Italy). *Eclogae geol. Helv.*, 74, 383-420.

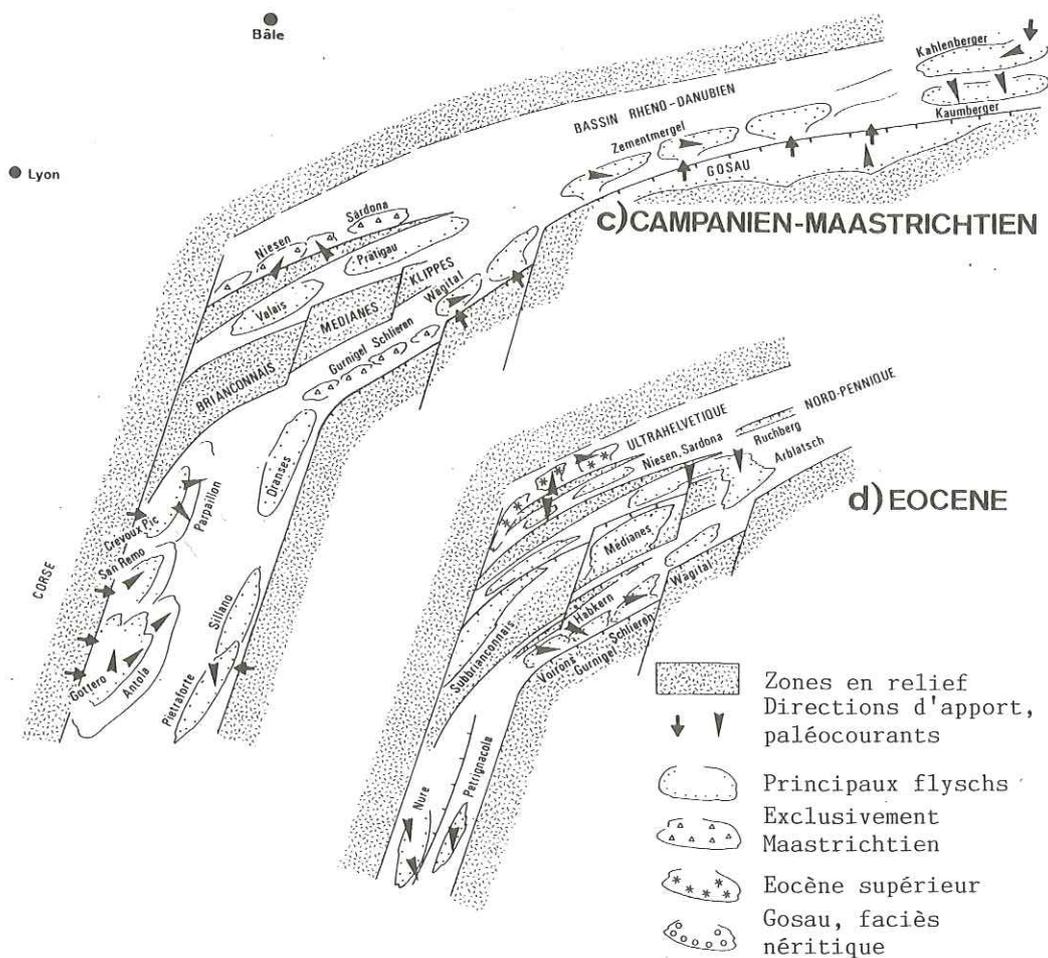


Fig. 2 a-d: Les flyschs dans leur cadre paléogéographique au cours de l'orogénèse; relations entre régions sources, directions de transport sédimentaire et orientation des bassins. Pour les références bibliographiques voir fig. 1.

- BOUMA, A.H. (1962). - Sedimentology of some flysch deposits. Elsevier, Amsterdam/New York, 168 p.
- BRAVARD, C., KERCKHOVE, C. & BARBIER, R. (1981). - Réinterprétation du sommet de la série des Aiguilles d'Arves et de ses rapports avec la zone Subbriançonnaise dans la vallée de l'Arc. C.R. Acad. Scie. Paris, t. 297, sér. II, 531-534.
- BURGER, H. (1978). - Arosa - und Madrisa - Zone im Gebiet zwischen dem Schollberg und der Verspala (Ostrhätikon). Eclogae geol. Helv., 71, 255-266.
- CARON, C. (1972). - La nappe supérieure des Préalpes: subdivisions et principaux caractères du sommet de l'édifice préalpin. Eclogae geol. Helv., 65/1, 57-73.
- CARON, C., HOMEWOOD, P., MOREL, R. & VAN STUIJVENBERG, J. (1980). - Témoins de la Nappe du Gurnigel sur les Préalpes Médiannes: une confirmation de son origine ultrabriançonnaise. Bull. Soc. Fribourg. Sci. nat., 69, 64-79.
- DEBRAND-PASSARD, S. (1984, éd.). - Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Mém. Bur. Rech. Géol. Min., 125, 126.
- DEWEY, J.F. & BIRD, J.M. (1970). - Mountain belts and the new global plate tectonics. J. Geophys. Res., 75, 2625-2647.
- DIETRICH, V.J. (1976). - Evolution of the Eastern Alps: A plate tectonic working hypothesis. Geology, 4, 147-152.
- FAUPL, P. (1975). - Schwermineralien und Strömungsrichtung aus den Kaumberger Schichten (Oberkreide) des Wienerwald-Flysches, Niederösterreich. N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 9, 528-540.
- FAUPL, P. (1983). - Die Flyschfazies in der Gosau der Weyerer Bögen (Oberkreide, Nördliche Kalkalpen, Österreich). Jb. Geol. Bundesanst., 126, 219-244.
- FAUPL, P., GRÜN, W., LAUER, G., MAURER, R., PAPP, A., SCHNABEL, W. & STURM, M. (1970). - Zur Typisierung der Sieveringer Schichten im Flysch des Wienerwaldes. Jb. Geol. Bundesanst., 113, 73-158.
- FAUPL, P. & WAGREICH, M. (1983). - Bericht über Studien in der Gosau bei Lilienfeld/Niederösterreich (östliche Kalkalpen). Jber. Hochschulschwerpunkt, 1982, 145-159.
- FERRAZZINI, B. (1981). - Zur Geologie des Ultrahelvetikums zwischen Adelboden und Lenk, Berner Oberland. Thèse Univ. Berne, 161 p., inédit.
- FLÜCK, W. (1973). - Die Flysche der praealpiner Decken im Simmental und Saanenland. Beitr. geol. Karte Schweiz. N.F., 146.
- FREIMOSER, M. (1972). - Zur Stratigraphie, Sedimentpetrographie und Faziesentwicklung der südostbayrischen Flyschzone und des Ultrahelvetikums zwischen Bergen/Obb. und Salzburg. Geologica Bavar., 66, 7-91.
- HESSE, R. (1972). - Lithostratigraphie, Petrographie und Entstehungsbedingungen des bayrischen Flysches: Unterkreide. Geologica Bavar., 66, 148-222.
- HOMEWOOD, P. (1974). - Le Flysch du Meilleret (Préalpes romandes) et ses relations avec les unités l'encadrant. Eclogae geol. Helv., 67, 349-401.
- HOMEWOOD, P. (1977). - Ultrahelvetic and North-Penninic Flysch of the Prealps: a general account. Eclogae geol. Helv., 70, 627-641.
- HOMEWOOD, P. (1983). - Palaeogeography of Alpine Flysch. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 44, 169-184.

- HOMWOOD, P., ALLAN, P.A., WEIDMANN, M., FASEL, J.M. & LATELTIN, O. (1985). - Field excursion A: Geological Excursion to the Swiss Molasse basin. In: P. ALLEN, P. HOMEWOOD & G. WILLIAMS (éd.). International Symposium on Foreland basins, Fribourg, Excursion guidebook, p. 5-38.
- HOMWOOD, P. & CARON, C. (1982). - Flysch of the Western Alps. In: K.J. Hsü (ed.). Mountain building processes. Academic Press, London, 157-168.
- KERCKHOVE, C. (1969). - La "zone du Flysch" dans les nappes de l'Embrunais-Ubaye (Alpes occidentales). Géologie Alpine, 45, 5-204.
- KERCKHOVE, C., CARON, C., CHAROLLAIS, C. & PAIRIS, J.L. (1980). - Panorama des séries synorogéniques des Alpes occidentales. Mém. Bur. Rech. Géol. Min., 107, 234-255.
- KUENEN, Ph. H. & MIGLIORINI, C.I. (1950). - Turbidity currents as a cause of graded bedding. J. Geol., 58, 91-127.
- MATTER, A., HOMEWOOD, P., CARON, C., RIGASSI, D., VAN STUIJVENBERG, J., WEIDMANN, M. & WINKLER, W. (1980). - Flysch and Molasse of Western and Central Switzerland (Excursion no V). In: Geology of Switzerland, a guide-book, part B, 261-293. Wepf, Basel/New York.
- MUTTI, E. & RICCI LUCCHI, F. (1972). - Le torbiditi del Appennino settentrionale: introduzione dell'analisi di facies. Mem. Soc. geol. It., 11, 161-199.
- NÄNNY, P. (1948). - Zur Geologie der Prättigauschiefer zwischen Rhätikon und Plessur. Thèse Univ. Zürich.
- OBERHAUSER, R. (1980, éd.). - Der geologische Aufbau Österreichs. Springer-Verlag, Wien/New York, 700.
- PANTIC, N. & ISLER, A. (1978). - Palynologische Untersuchungen in Bündnerschiefern II. Eclogae geol. Helv., 71/3, 447-465.
- VON RAD, U. (1972). - Zur Sedimentologie und Fazies des Allgäuer Flysches. Geologica Bavar., 66, 92-147.
- SCHWIZER, B. (1984). - Die Tristel-Formation. Vergleichende Untersuchungen in Graubünden, Liechtenstein, Vorarlberg und Bayern. Thèse Univ. Berne, 185 p., inédit.
- STANLEY, D.J. (1965). - Heavy minerals and provenance of sands in flysch of central and southern French Alps. Amer. Assoc. Petroleum Geol. Bull., 49, 22-40.
- STUDER, B. (1827). - Remarques géognostiques sur quelques parties de la chaîne septentrionale des Alpes. Ann. Scie. nat. Paris, 11, 1-47.
- STUDER, B. (1847). - Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie, zweite Ausgabe. Dalp, Bern.
- VAN STUIJVENBERG, J. (1979). - Geology of the Gurnigel area (Prealps, Switzerland). Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., 151, 111 p.
- TASSE, N. (1982). - Sédimentologie du Flysch à Helminthoïdes de la nappe du Parpaillon, Embrunais-Ubaye, Hautes-Alpes, France. Thèse Univ. Montréal, Québec, 226 p.
- TERCIER, J. (1947). - Le flysch dans la sédimentation Alpine. Eclogae geol. Helv., 40, 163-198.

- TRÜMPY, R. (1980). - An outline of the geology of Switzerland. In: *Geology of Switzerland, a guide-book*, part A. Wepf, Basel, 104 p.
- VAIL, P.R., MITCHUM, R.M. & THOMPSON, S. (1977). - Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 3: relative changes of sea level from coastal onlap. In: C.E. PAYTON (éd.). *Seismic stratigraphy-application to hydrocarbon exploration*. Amer. Assoc. Petroleum Geol. Mem., 26, 63-81.
- VANOSSI, M. (1965). - Studio sedimentologico del Flysch ad Elmintoidi della Valle Argentina (Liguria settentrionale). Atti Ist. geol. Univ. Pavia, 16, 36-71.
- VANOSSI, M., BONI, A., CORTESOGNO, L., GALBIATI, B., LORENZ, C., MESSIGA, B., PICCARDO, G. & VANNUCCI, R. (1984). - Dati e problemi fondamentali della geologia delle Alpi Liguri. Soc. Geol. Ital., Convegno 11-16 giugno 1984, Pavia.
- WALKER, R.G. & MUTTI, E. (1973). - Turbidite facies and facies associations. In: G.V. MIDDLETON & A.H. BOUMA (éd.). *Turbidites and deep-water sedimentation*, 119-157. Lect. notes short course, Pac. sect. S.E.P.M., Los Angeles.
- WICHT, J.M. (1984). - Le flysch de la nappe de la Simme dans les Préalpes romandes. Thèse Univ. Fribourg, 155 p.
- WILDI, W. (1985). - Heavy mineral distribution and dispersal pattern in penninic and ligurian flysch basins (Alps, northern Apennines). Giornale di Geologia, Ser. 3, 47/1-2, 77-99.
- WILDI, W., CARON, C. & HOMEWOOD, P. (à paraître). - Flysch in the Prealps; a review of type locality flysch.
- WINKLER, W. (1983). - Stratigraphie, Sedimentologie und Sedimentpetrographie des Schlieren-Flysches (Zentralschweiz). Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., 158, 105 p.
- WINKLER, W. (1984). - Palaeocurrents and petrography of the Gurnigel-Schlieren-Flysch: a basin analysis. Sediment. Geol., 40, 169-189.
- WINKLER, W., WILDI, W., VAN STUIJVENBERG, J. & CARON, C. (1985). - Wägital-Flysch et autres flyschs penniques en Suisse Centrale - stratigraphie, sédimentologie et comparaisons. Eclogae geol. Helv., 78, 1-22.