

Les Schistes lustrés piémontais des Alpes Occidentales : approche stratigraphique, structurales et sédimentologique

Autor(en): **Lemoine, Marcel / Tricart, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **79 (1986)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-165835>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Les Schistes lustrés piémontais des Alpes Occidentales: Approche stratigraphique, structurale et sédimentologique

Par MARCEL LEMOINE¹⁾ et PIERRE TRICART²⁾

RÉSUMÉ

Métamorphiques, presque azoïques, apparemment monotones, les Schistes lustrés piémontais des Alpes Occidentales ont longtemps été considérés comme un tout indissociable, et même irrémédiablement indéchiffrable. A côté des séries stratigraphiques associées soit aux massifs ophiolitiques (séries océaniques, débutant au Malm) soit aux massifs dolomitiques (séries de marges continentales, débutant au Lias), dont la stratigraphie commence à être assez bien établie, plus de la moitié en volume des Schistes lustrés est constituée de «calcschistes» encore mal connus. En prenant pour exemple les Schistes lustrés du Queyras et des vallées avoisinantes (Alpes Occidentales françaises au sud-est de Briançon), on montre comment une approche pluridisciplinaire, où la cartographie détaillée et l'analyse structurale à toute échelle marchent de pair avec l'étude stratigraphique et même avec un certain raisonnement sédimentologique et paléontologique, permet de progresser dans l'étude de ces métasédiments. Ceux-ci ne sont ni tellement épais ni aussi monotones qu'on le supposait. Tectonique et métamorphisme n'y ont pas complètement détruit les structures sédimentaires et la stratonomie. L'évolution générale des faciès pélagiques téthysiens s'y retrouve dans ses grandes lignes: sédimentation marno-calcaire au Lias(–Dogger?); marneuse, argileuse et radiolaritique au Dogger–Malm inférieur; de nouveau calcaire au Malm et au début du Crétacé inférieur; de nouveau argileuse (formation des «Black Shales») vers le milieu du Crétacé; enfin de nouveau calcaire ou calcaréo-argileuse au Crétacé supérieur. Ce «fond pélagique» est souvent perturbé par des apports détritiques ou des resédimentations, reflets de l'évolution tectonique de la marge continentale passive ou de l'océan voisin: tectonique distensive du rifting (Lias–Jurassique moyen) pour les séries de marge continentale; tectonique intraocéanique (Jurassique supérieur–Crétacé inférieur) pour celles issues du bassin océanique ligure; reprise d'une tectonique, peut-être compressive, au Crétacé supérieur pour l'un et l'autre type de série. Pour terminer, on discute un exemple qui montre comment le stratigraphe et le sédimentologiste alliés au tectonicien, peuvent élaborer un modèle cohérent qui explique certaines variations de faciès (schistes argileux à bancs calcaires, ou calcschistes) du Crétacé inférieur des séries supra-ophiolitiques.

ABSTRACT

The so-called Piedmont "Schistes lustrés" of the Western Alps are Mesozoic metasediments almost devoid of fossils. During a long time, they were believed to be thick, monotonous, and stratigraphically undecipherable, but for some exceptions (Franchi's discovery of scarce Liassic ammonites, in the beginning of this century). Nevertheless, during the two last decades, stratigraphic discoveries coupled with incipient tectonic unraveling led to distinguish two main types of Schistes lustrés sedimentary series that are the Jurassic–Cretaceous cover either of Triassic dolomites (continental margin series, which begin with Liassic beds) or of Jurassic ophiolites (oceanic series, which begin with Upper Jurassic deposits). But apart from these now relatively well-known series, the bulk of the "Schistes lustrés", at least in certain areas, consists of apparently thick "calcschists" which remain poorly

¹⁾ Groupe d'étude de la marge continentale (U.A. CNRS 718), B.P. 48, F-06230 Villefranche-sur-Mer, France. Contribution n° 356.

²⁾ Département Géologie, Ecole Nationale d'Ingénieurs, 3038 Sfax, Tunisie.

known. Taking as an example the "Schistes lustrés" of the Queyras area and of its surroundings (in the Western Alps, between the town of Briançon and Monte Viso), we show how pluridisciplinary research (cartography, structural geology at every scale, stratigraphy, paleontology, and even sedimentology) allow significant progress in the study of these metamorphic sediments. The "Schistes lustrés" are neither as thick nor as monotonous as previously believed; folding and metamorphism did not completely destroy both the sedimentary structures and the macrofossils (ammonoids for instance). The general evolution of Tethyan pelagic facies can there be recognized: marly and marly-calcareous sedimentation in the Early and Middle Jurassic; marly, argillaceous and cherty facies in the latest Middle Jurassic and earliest Late Jurassic; calcareous in the late Jurassic; again argillaceous ("Black Shales") in the middle of the Cretaceous; and calcareous again in the latest Cretaceous. This "pelagic background" is often disturbed by detrital beds and resedimentations that testify to the tectonic evolution both of the passive continental margin and of the ocean-crust area: distensional rifting tectonics (Liassic–Middle Jurassic) in the continental margin series; intra-oceanic tectonics (Late Jurassic–Early Cretaceous) in the series originating from the oceanic (ophiolitic) ligurian basin; resumption of a probably compressional tectonic activity in both types of series during Late Cretaceous times. Finally, we discuss an example where the stratigrapher, the sedimentologist and the tectonician together can elaborate a coherent sedimentary model that explains certain facies modifications (argillaceous shales with limestone beds, or calcschists) within the Early Cretaceous beds of the oceanic series.

Petit glossaire de quelques termes utilisés dans cet article

- *Zone piémontaise*: zone structurale majeure des Alpes Occidentales, comprenant des unités de socle (massifs cristallins internes pro-parte) et de couverture (complexe des Schistes lustrés: voir ci-dessous).
- *Complexe ou zone des Schistes lustrés piémontais*: ensemble structural majeur des Alpes occidentales, situé en position interne vis-à-vis de la zone briançonnaise. Il doit son nom à sa richesse en métasédiments plus ou moins phylliteux. Il est constitué de plusieurs nappes précoces, d'origines paléogéographiques différentes: Ligure et Piémontaise (voir ces termes) surtout, voire Briançonnaise (Alpes Pennines notamment: MARTHALER 1984), ou même peut-être Austro-Alpine (CABY et al. 1978). Il doit sa complexité structurale au nombre et à l'importance des phases de plissement et cisaillement qui ont affecté secondairement les nappes.
- *Domaine Piémontais*³⁾: Domaine paléogéographique qui est la patrie d'une partie des nappes constituant le complexe des Schistes lustrés piémontais. On l'interprète comme ayant constitué la partie distale de l'ancienne marge européenne de la Téthys, entre les domaines Briançonnais et Ligure. Il englobe le domaine anciennement appelé *prépiémontais*.
- *Domaine Ligure*³⁾: Domaine paléogéographique d'où sont issues les nappes à ophiolites, au sein du complexe des Schistes lustrés piémontais. On l'interprète comme la branche ligure de l'océan Téthysien mésozoïque (Néotéthys). Pour ce qui est des Alpes occidentales, *Ligure* est ici considéré comme synonyme de *Liguro-Piémontais* ou *Piémonto-Ligure*.
- *Prépiémontais*: Adjectif au sens devenu ambigu, car désignant aussi bien le Lias de certaines séries piémontaises, voire briançonnaises (ELLENBERGER 1958; ELLENBERGER & LEMOINE 1955), que les unités piémontaises actuellement situées en

³⁾ Pour R. Trümpy, P. Homewood et quelques autres géologues, les termes ligure et piémontais ont une signification différente: chacun d'eux désigne soit la partie nord (piémontais: Alpes Occidentales et Centrales) soit la partie sud (Ligure: Corse, Apennin) d'un vaste domaine paléogéographique *composite* qui englobe à la fois la marge continentale distale (notre domaine piémontais) et le paléo-océan (notre domaine ligure).

position frontale, au contact du corps principal de la zone Briançonnaise interne, entre Arc et Ubaye. Ce terme ne devrait plus être employé.

- *Calcschistes*: Ne devrait être utilisé que dans un sens pétrographique, pour désigner les métasédiments grossièrement homogènes dérivant de marnes ou de calcaires marneux. Toutefois, de tels métasédiments étant abondants au sein du complexe des Schistes lustrés, le terme calcschistes est souvent utilisé au pluriel, comme synonyme de Schistes lustrés (voir ci-dessous), par exemple dans l'expression *les « calcschistes » piémontais* (ce sont les *calcescisti* des géologues italiens). Dans ce deuxième sens, partiellement impropre, l'usage des guillemets nous paraît s'imposer.
- *Schistes lustrés*: Terme ancien désignant l'ensemble des métasédiments post-triasiques de la zone piémontaise (du moins dans les Alpes franco-italiennes). À côté de niveaux de composition remarquable (marbres purs, quartzites purs ou phylliteux, schistes purs, etc.), on y trouve surtout des accumulations tectoniques de métasédiments essentiellement calcaro-phylliteux: vrais calcschistes (voir ci-dessus) mais aussi nombreuses formations litées, voire rythmiques (anciennes alternances marno-calcaires, anciens flyschs...), qui sont souvent difficiles à distinguer des calcschistes dans le paysage.

Introduction

Dans les zones internes des Alpes Occidentales, les sédiments mésozoïques des zones Briançonnaise et subBriançonnaise ont très tôt fait l'objet d'études stratigraphiques détaillées (GIGNOUX & MORET 1938; DEBELMAS 1951; etc.), et même, plus récemment, d'études sédimentologiques et paléotectoniques, qui ont permis d'intégrer les domaines paléogéographiques correspondants dans des modèles évolutifs de marge continentale passive (BOURBON 1980; CHENET 1978; etc.). Cela tient à des circonstances favorables, dont l'une est le caractère relativement modéré du métamorphisme alpin – encore qu'il y ait de notables exceptions, comme la Vanoise (ELLENBERGER 1958); mais cela n'est pas l'unique raison: ces domaines bénéficient également d'une *lithologie suffisamment contrastée*, s'agissant des sédiments mésozoïques, avec pour corollaire une *morphologie* elle aussi contrastée, donc lisible dans le paysage.

Plus à l'intérieur, en entrant dans la zone des Schistes lustrés, les conditions d'étude changent radicalement: l'absence ou l'extrême rareté des fossiles, une lithologie beaucoup moins contrastée, le grand développement des plis à toutes échelles et des schistosités associées, l'importance des recristallisations métamorphiques, ont longtemps dissuadé stratigraphes et sédimentologistes. De fait, pendant très longtemps les Schistes lustrés ont été pratiquement considérés comme constituant une formation unique, épaisse et monotone, de calcschistes (les *calcescisti* des géologues italiens). Pourtant, ces Schistes lustrés constituent l'ensemble lithologique qui occupe, et de loin, la plus grande surface d'affleurements dans les Alpes Occidentales (fig. 1).

Certes, un certain nombre de formations (Rhétien fossilifère, radiolarites du Malm, brèches liasiques, etc.) ont été reconnues, en général à la proximité immédiate de massifs soit dolomitiques (Trias), soit ophiolitiques. Il en est résulté la mise en évidence de deux types fondamentaux de séries (fig. 2), dérivant respectivement de la paléomarge continentale européenne de l'océan téthysien, et du paléo-océan contigu (le bassin océanique ligure) ouvert entre le milieu du Jurassique et le milieu du Crétacé. Mais ces distinctions

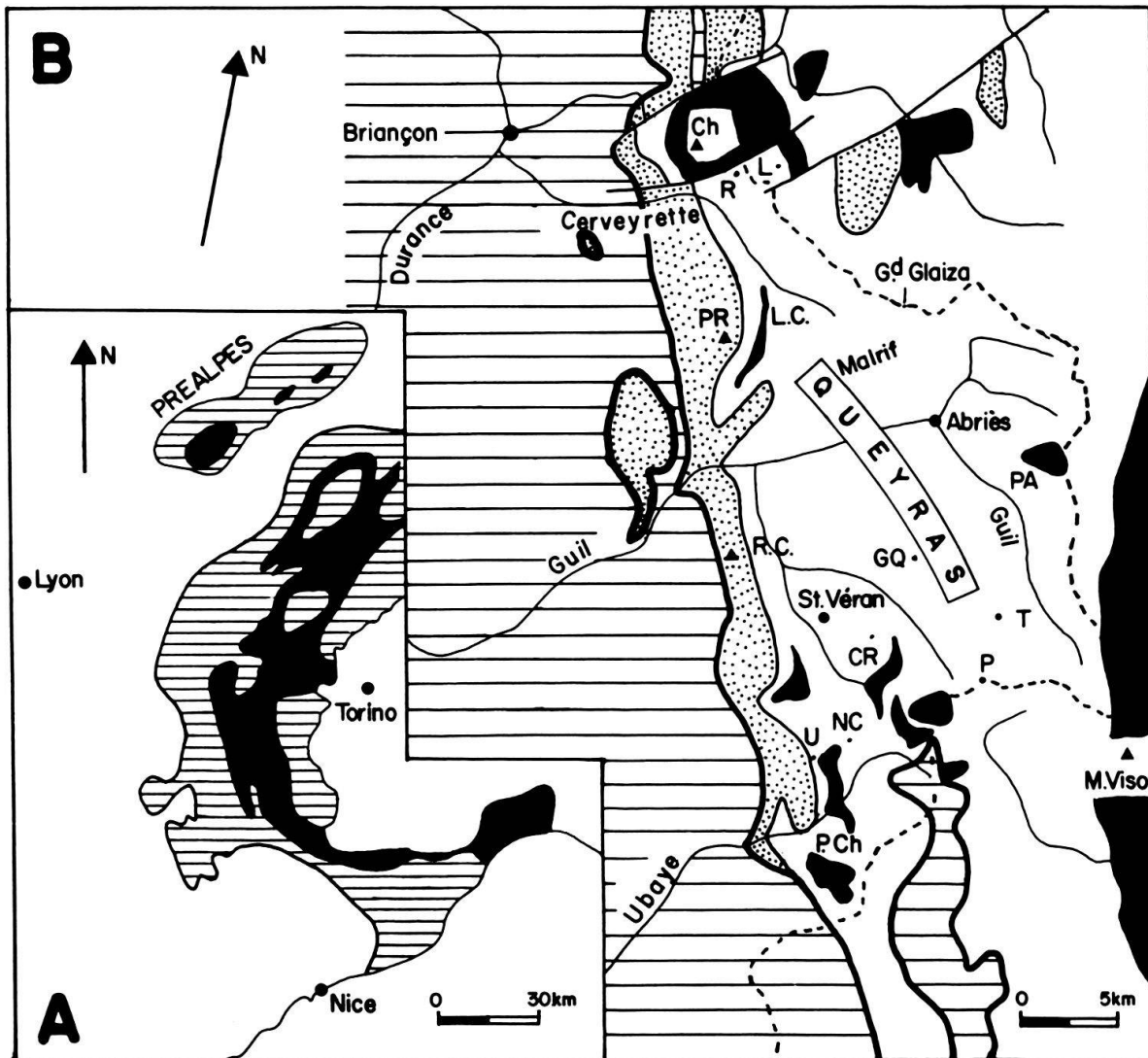


Fig. 1. Extension cartographique des Schistes lustrés piémontais dans les Alpes Occidentales et carte schématique du Queyras et des vallées avoisinantes.

Carte A: Les Schistes lustrés et formations comparables (y compris leurs soubassements dolomitiques ou ophiolitiques), dans l'ensemble des Alpes occidentales (en noir). Le reste des zones internes est représenté par des hachures.

Carte B: Queyras et régions avoisinantes. Hachures: zone Briançonnaise. Pointillés: principales unités piémontaises (y compris le «prépiémontais»). Blanc: autres «Schistes lustrés», pour la plus grande part d'origine ligurienne. Noir: principaux massifs ophiolitiques (restes du fond océanique ligurien). Ch: Chenaillet. C. R.: Pic de Château-Renard. GQ: Grand Queyras. L: Lago Nero. L. C.: Lac des Cordes. N. C.: Col Nord de Cristillan. P: Pain de sucre. P. A.: Pelvas d'Abriès. P. Ch.: Pelvas de Chabrière. P. R.: Pic de Rochebrune. R: Rocher Renard. R. C.: Roche des Clots. T: Taillante. U: Col des Ugousses.

Fig. 1. A: cartographic extension of the Piemont Schistes lustrés (black) in the internal zones (hatched) of the Western Alps. *B*: Sketch-map of the Queyras and neighbouring areas. Hatched: Briançonnais zone. Dotted: Piemont Schistes lustrés (and their dolomitic basement). White: other Schistes lustrés, mostly Ligurian. Black: ophiolite massifs (remnants of Ligurian oceanic bottom).

ne concernaient en réalité qu'une faible partie en volume des métasédiments de la zone des Schistes lustrés.

Il reste en effet, dans cette zone, de très grandes masses de «calcschistes», apparemment monotones, apparemment épais, dont l'âge et l'origine inconnus.

Limitations et objectifs du présent article

Depuis une décennie environ, une grande partie de recherches géologiques sur la chaîne alpine se sont résolument placées dans l'optique d'une comparaison avec les océans actuels et leurs marges continentales. S'agissant des Alpes Occidentales, cette démarche s'est révélée féconde, en particulier dans la zone externe et dans une partie des zones internes (Subbriançonnaise, Briançonnaise). De ce point de vue, incontestablement, une meilleure connaissance, stratigraphique et même sédimentologique, des Schistes lustrés doit permettre de compléter le tableau du côté de la marge la plus distale et de l'océan lui-même.

Pour montrer comment certains progrès ont déjà été faits, et comment d'autres sont possibles, nous avons choisi de *limiter notre exposé aux Schistes lustrés du Queyras et des régions avoisinantes* (fig. 1): haute vallée de l'Ubaye, haute vallée du Guil et ses affluents, haute vallée de la Cerveyrette, ainsi que certaines vallées du versant italien autour du Queyras. Nous pensons que certains des résultats exposés, ainsi que certains modes de raisonnement, peuvent être extrapolés à d'autres secteurs de la zone des Schistes lustrés piémontais, sans oublier bien sûr que d'autres faciès, d'autres formations lithologiques que ceux mis en évidence en Queyras, peuvent exister ailleurs dans la zone piémontaise.

Nous voulons montrer dans les paragraphes qui suivent qu'une meilleure connaissance de ces masses de «calcschistes», qui constituent la plus grande partie des Schistes lustrés piémontais, est rendue possible grâce à une certaine approche *pluridisciplinaire*, alliant l'analyse *lithostratigraphique*, l'analyse *structurale* à toute échelle, la *cartographie* détaillée, et même, le cas échéant, des raisonnements de caractère *sédimentologique* ou *paléontologique*. Plusieurs points seront soulignés:

- Ces «calcschistes» ne sont pas si monotones, et sont bien moins épais, qu'on ne l'avait supposé – il n'en reste pas moins, bien sûr, que si une certaine variété lithologique et stratonomique peut y être décelée, cette variété ne ressort pas toujours clairement dans le paysage, ce qui explique qu'elle soit longtemps passée inaperçue.
- Métamorphisme et plissement n'ont pas tout effacé, de sorte qu'un certain type de raisonnement à caractère sédimentologique est parfois possible, moyennant certaines précautions.
- Ces métasédiments d'origine pélagique reflètent dans leur composition lithologique certaines des grandes lignes de l'évolution des sédiments téthysiens au sens le plus large.
- Certains caractères de ces métasédiments, notamment l'aspect chaotique qu'ils prennent parfois, résultent de phénomènes tectonosédimentaires liés à l'évolution de la marge continentale et de l'océan, et peuvent, grâce à des observations de terrain et à un raisonnement approprié, être distingués des effets de la tectonique compressive alpine: nous examinerons un exemple, à propos des sédiments du Crétacé inférieur.

I. Métamorphisme et plissement ont-ils tout effacé?

Les problèmes que posent les Schistes lustrés piémontais sont autant d'ordre lithostratigraphique (identification et distinction des différentes formations entre elles) que d'ordre sédimentologique (paléoenvironnements, effets de la tectonique synsédimentaire). Il est donc nécessaire de se demander, avant tout, dans quelle mesure les organisations

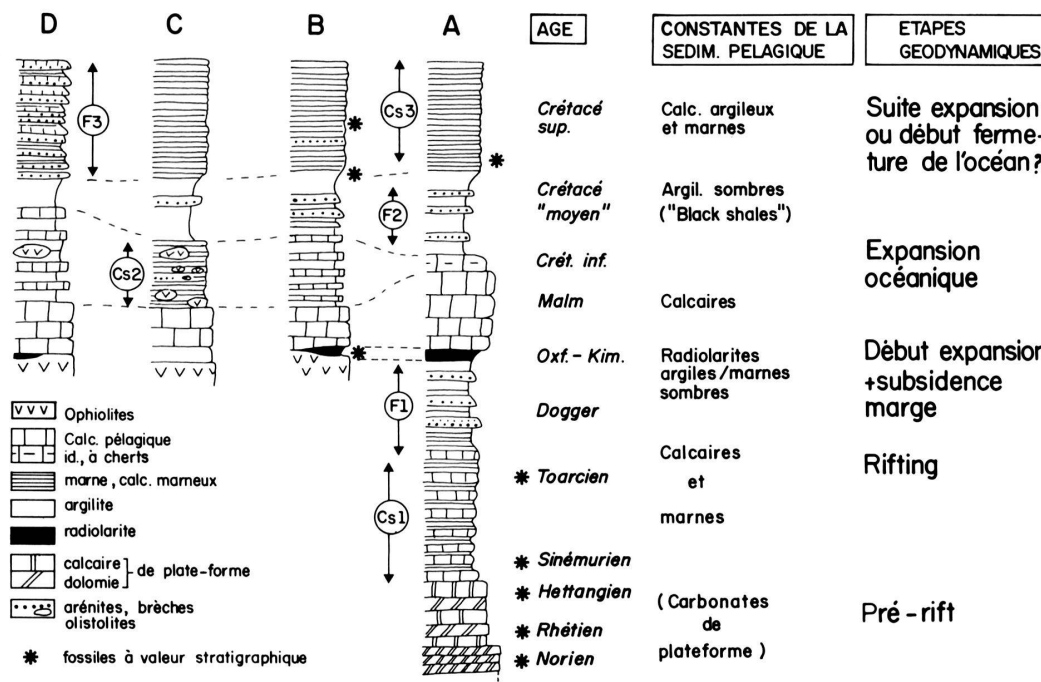


Fig. 2. Colonnes stratigraphiques schématiques des principaux types de successions stratigraphiques dans les Schistes lustrés du Queyras et des vallées avoisinantes. A: Série piémontaise (marge continentale) de type Roche des Clots (LEMOINE et al. 1979). B, C, D: Trois exemples (simplifiés) de séries ligures (océaniques) (de nombreux cas intermédiaires ou mixtes peuvent s'observer). B: représente une série de type Chabrière (LEMOINE et al. 1970), sans détritisme ophiolitique important, où le Crétacé inférieur est représenté par la série de la Replatte typique (analogue aux Argille à Palombini de l'Apennin). C: est une série analogue mais dont le Crétacé inférieur est constitué de calcschistes (ex. lac des Cordes: DUMONT et al. 1984), avec ou sans détritisme ophiolitique. D: est une série de type Lago Nero (POLINO & LEMOINE 1984) où le Crétacé supérieur probable est représenté par un flysch calcaire. Cs1, Cs2, Cs3: les trois principales formations de calcschistes (Lias, Crétacé inférieur, Crétacé supérieur). F1, F2, F3: les trois principales formations de flysch (Lias-Dogger, Crétacé «moyen», Crétacé supérieur). Sans échelle: on peut admettre que les formations Cs1, Cs2 et Cs3 ont pu chacune avoir une épaisseur originelle de l'ordre de une à quelques centaines de mètres.

Fig. 2. Schematic stratigraphic columns of the main types of Schistes lustrés stratigraphic series in the Queyras and neighbouring areas. A: Piemont series (continental margin). B, C, D: Three examples of Ligurian series (oceanic) (numerous intermediary or mixed cases are known). In B, the lower Cretaceous is made up of shale-limestone alternations (Replatte formation). In C, it consists of calcschists, with or without ophiolitic pebbles or olistoliths (see Fig. 13). Cs1, Cs2, Cs3: The three main calcschists formations (Liassic, Early Cretaceous, Late Cretaceous). F1, F2, F3: The three main flysch formations (Liassic-Middle Jurassic, "middle" Cretaceous, Late Cretaceous). No scale. Cs1, Cs2, Cs3: May have been originally a few hundred metres thick.

sédimentaires primitives ont été conservées, en dépit des plissements et des recristallisations métamorphiques successifs.

Si l'on excepte les carbonates de plate-forme du Trias et de l'Hettangien, ce sont incontestablement des alternances de calcaires (plus ou moins marmorisés) et de schistes ou de calcschistes, ainsi que des calcschistes homogènes à stratification non apparente, qui prédominent dans la grande masse des Schistes lustrés. Ce matériel a subi, au cours de la collision alpine, trois ou quatre plissements synschisteux généralisés, associés à des métamorphismes allant du faciès schiste bleu au faciès schiste vert (pour le secteur qui nous occupe ici): on pourrait donc s'attendre que recristallisations et déformations aient détruit les informations nécessaires à l'interprétation sédimentologique des métasédiments. Fort heureusement, c'est loin d'être le cas général, tout au moins dans le secteur de la zone piémontaise qui est considéré ici (Queyras et régions avoisinantes).

1. Conservation partielle des structures dans les carbonates

Bien sûr, les *calcaires* et les *calcschistes* (anciennes marnes) sont recristallisés, voire marmorisés, ce qui a effacé les structures fines (une micrite est devenue une sparite). Les *microfaunes* sont presque toujours détruites, sauf exceptions; mais, incontestablement, cette recristallisation n'a pas détruit les *macrofaunes*, qui le plus souvent, restent remarquablement identifiables. Ceci tient à ce que les déformations successives se soldent surtout par un très fort aplatissement, l'allongement préférentiel dans le plan d'aplatissement restant comparativement modeste (X/Y de l'ordre de 2 ou 3). Par ailleurs, sauf à la charnière des plis, le plan d'aplatissement est en général voisin de la stratification, avec laquelle sont plus ou moins confondues les différentes générations de schistosités (plissements isoclinaux dominants). Au total, cette déformation, quoiqu'importante, préserve la physionomie générale de fossiles tels que céphalopodes ou bivalves dès lors qu'ils reposent à plat dans la stratification (ce qui est le cas général) et qu'on les observe suivant ce plan (par exemple à la surface de bancs calcaires). On peut en conclure que la rareté (ou l'absence!) de découvertes de macrofaunes dans les formations pélagiques ou hémipélagiques des Schistes lustrés, malgré des recherches attentives, n'est ici nullement une conséquence des déformations synmétamorphiques. Au reste, les équivalents peu métamorphiques ou non métamorphiques des divers types de Schistes lustrés, ne sont pas plus fossilifères (s'agissant des macrofaunes, bien sûr), à l'exception de ceux du Lias (voir à ce sujet BOLLI & NABHOLZ 1959; TRÜMPY 1971; ISLER & PANTIĆ 1980). Bref, cette absence de coquilles de céphalopodes *est bel et bien originelle: c'est une information sur le milieu de dépôt*. En réalité, on ne connaît de restes d'ammonites ou de bélemnites, d'ailleurs rares, que dans les alternances calcaires-calcschistes du Lias. Leur absence des couches du Dogger, du Malm et du Crétacé est-elle une indication d'un dépôt partout relativement profond, en tout cas sous le niveau de compensation de l'aragonite (ACD)? Rien n'est moins certain.

Afin d'éclairer la discussion, prenons pour exemple les «Schistes lustrés» d'âge Crétacé supérieur, bien développés par exemple dans les montagnes du Malrif et du Grand Glaiza, au nord du Queyras (fig. 1). Les niveaux de Black Shales, entièrement décarbonatés (ce qui permet une reconnaissance relativement aisée sur le terrain) se sont manifestement déposés sous la CCD; les quelques intercalations calcaires que l'on y rencontre, contenant des foraminifères planctoniques (LEMOINE et al. 1984), doivent alors être

interprétées comme des turbidites pélagiques dont le matériel est originaire de secteurs du bassin situés au-dessus du niveau de compensation de la calcite (CCD), et resédimenté au-dessous de celui-ci – interprétation analogue à celle proposée ci-dessous (§III-3) pour certaines formations d'âge Crétacé inférieur (voir également BARRETT 1982, ANDRI & FANUCCI 1975, SAGRI 1979, à propos de dépôts comparables de l'Apennin). Quant aux calcschistes du Crétacé supérieur, tout raisonnement les concernant doit s'appliquer également à leurs équivalents moins métamorphiques ou non métamorphiques des zones briançonnaise et subbriançonnaise («marbres en plaquettes» du Briançonnais, «couches rouges» des Préalpes); ces calcaires marneux et marnes sont riches en foraminifères planctoniques (*Globigerina*, *Globotruncana*, etc.), mais ne contiennent pas de coquilles d'ammonites, et très peu de rostrés de bélemnites: se sont-ils déposés entre ACD et CCD? Le raisonnement paraît bien simpliste, et l'on peut finalement se demander si l'absence de restes de céphalopodes de la grande majorité des «Schistes lustrés» post-liasiques, métamorphiques ou non, n'est pas plutôt la conséquence de *conditions écologiques* particulières liées à des bassins profonds et éloignés des côtes. Même si une réponse ne peut être apportée pour le moment, le simple fait qu'elle puisse être posée montre qu'une discussion de l'environnement de dépôt de ces sédiments métamorphiques est possible.

Les *carbonates de plate-forme du Rhétien–Hettangien* sont, par contre, particulièrement fossilifères (lamellibranches, polypiers, etc.): l'excellent état de conservation des tests tient à la faible déformation des couches elles-mêmes, armées par des bancs dolomitiques et, surtout, protégées de la déformation régionale par l'épaisse dalle rigide des dolomies triasiques, du moins en zone piémontaise occidentale (TRICART et al. 1985a; TRICART & LEMOINE 1986).

Les *dolomies*, tout au moins dans le secteur considéré, n'ont en effet pas recristallisé et ont présenté, durant les déformations alpines, un comportement rigide ou cassant. Les grands massifs de *dolomies triasiques*, à la déformation interne pratiquement négligeable, ont essentiellement été boudinés à l'échelle régionale (TRICART et LEMOINE 1986). Une analyse sédimentologique moderne peut donc y être effectuée (MÉGARD-GALLI 1974), tout comme dans les bancs dolomitiques, voire même calcaires, du *Rhétien–Hettangien*, plaqués contre les dolomies triasiques (DUMONT 1984).

Dans la masse des Schistes lustrés eux-mêmes, des bancs de *brèches et microbrèches à éléments dolomitiques dominants* (par exemple dans le Lias supérieur–Dogger piémontais, et aussi, localement, dans les calcschistes du Crétacé supérieur) apparaissent bien moins déformés que les schistes, calcschistes et calcaires encaissants. Parce que la déformation y résulte surtout de dissolution aux limites des éléments détritiques, ces bancs conservent, encore très lisibles, de nombreuses figures sédimentaires macroscopiques telles que granuloclassements, laminations obliques ou parallèles, ou encore figures de base de bancs. Elles sont là mieux préservées que dans les bancs de grès, où le quartz a recristallisé.

2. Conservation de l'organisation des bancs (*stratonomie*): Tectonique et métamorphisme ne «fabriquent» pas de calcschistes, sauf à partir de marnes

A côté des vrais calcschistes, on observe très souvent dans les Schistes lustrés des formations constituées d'*alternances* plus ou moins régulières de bancs d'épaisseur centimétrique à métrique et de lithologie plus ou moins contrastée: *schistes-calcaires*, *calcschistes-calcaires*, etc. Quelle qu'ait été la vigueur des plissements isoclinaux successifs et



Fig. 3. Calcschistes homogènes, contenant un lit calcaire resté parfaitement individualisé en dépit des déformations et recrystallisations alpines. Pic de Château-Renard, Crétacé supérieur.

Fig. 3. Homogeneous calcschists, with a calcareous layer which remained individualized in spite of the Alpine deformations and recrystallizations. Upper Cretaceous.

en dépit d'une fréquente transposition de détail (millimétrique) de la stratification dans les litages tectoniques, les bancs sont restés individualisés (fig. 3), avec des limites tranchées, du moins à l'échelle macroscopique. Dans les flancs des plis (site habituel pour les observations d'ordre lithostratigraphique), l'épaisseur des bancs, même calcaires, a été considérablement réduite (filonnets obliques vigoureusement microplissés). Aux charnières des plis, un épaissement relatif est de règle. Force est donc de constater que la déformation synmétamorphique polyphasée qui a affecté les Schistes lustrés du Queyras et des régions voisines est incapable d'avoir mélangé intimement la matière de deux bancs voisins; en particulier, *elle n'a pas pu à elle seule transformer des alternances schistes-calcaires en une masse homogène de calcschistes*. Des calcschistes homogènes, surtout sur une certaine épaisseur, ne peuvent donc dériver que de marnes homogènes; de même des alternances calcaires-calcschistes et calcaires-schistes ne peuvent dériver, respectivement, que d'alternances calcaires-marnes ou calcaires-argilites.

II. Premier regard sédimentologique: enchaînement des faciès pélagiques téthysiens et perturbations d'origine tectonique

Comme cela est le cas pour les séries jurassico-crétacées de la zone alpine externe, et des zones internes subbriançonnaise et briançonnaise, l'un et l'autre type de séries de Schistes lustrés (de marge continentale et océanique: fig. 2) reflètent à la fois:

- les *tendances générales* de la sédimentation *pélagique* à l'échelle de la Téthys et de l'Atlantique,
- des *perturbations* (intercalations détritiques, resédimentations) dues à une évolution *tectonique* dans un contexte plus local c'est-à-dire à l'échelle de la paléomarge, du paléobassin océanique ou de la chaîne alpine naissante.

1. *Le fond pélagique des Schistes lustrés et son évolution dans le temps.* – Les successions de faciès pélagiques de tendance plus ou moins calcaire que l'on peut mettre en évidence dans les Schistes lustrés reflètent assez bien les tendances générales connues dans beaucoup de séries téthysiennes et atlantiques. A tel point que ce genre de considération a d'abord servi de guide pour le débrouillage des séries de Schistes lustrés (jaspes-radiolarites de l'«Oxfordien», calcaires tithoniques, Black Shales crétacés); l'hypothèse ainsi adoptée s'est révélée féconde, et a reçu ensuite confirmation, grâce à la découverte de microfaunes exceptionnellement conservées: radiolaires de l'Oxfordien supérieur–Kiméridgien inférieur dans les radiolarites (DE WEVER & CABY 1981), Globotruncanidés du Crétacé supérieur dans les Black Shales et dans les calcschistes qui leur font suite (LEMOINE et al. 1984).

Au Lias–Dogger dominant en effet les marnes (maintenant calcschistes) et les alternances marno-calcaires.

Mais on assiste ensuite à l'apparition successive, et par deux fois, de deux tendances générales de la sédimentation pélagique dont on sait qu'elles se manifestent non seulement dans les Alpes et d'autres chaînes alpines téthysiennes (Apennins, etc.), mais aussi dans l'Atlantique d'après les données des forages DSDP-IPOD (DE GRACIANSKY et al. 1981): Le dépôt de *Black Shales* (marnes sombres ou, souvent, argilites noires décarbonatées) associées parfois à des radiolarites, a prédominé d'abord au Dogger supérieur–Malm inférieur, ensuite durant une partie du Crétacé inférieur et au début du Crétacé supérieur (Crétacé dit parfois «moyen»): par exemple, dans la zone externe des Alpes Occidentales, ce sont d'abord les «Terres noires» du Bathonien–Oxfordien, ensuite l'important épisode marneux d'âge gargasien, albien et cénomaniens. Dans les Schistes lustrés, il ne s'agit pas toujours de marnes (maintenant calcschistes) mais très souvent de schistes noirs siliceux, non calcaires, à enduits d'oxydes de manganèse, indices d'un milieu de sédimentation plus profond, probablement sous le niveau de compensation de la calcite (CCD).

Le Malm supérieur (calcaires «tithoniques») et le début du Crétacé inférieur d'une part, le Crétacé supérieur (surtout à partir du Turonien) d'autre part, sont par contre des périodes où la sédimentation pélagique redevient presque partout calcaire, avec une grande abondance de microfossiles planctoniques à tests calcaires.

2. *Les perturbations, surtout détritiques,* de ce fond pélagique, se manifestent à des périodes variées:

a) *Dans les séries de marge continentale* (piémontaises), les perturbations détritiques sont surtout importantes durant le rifting du *Lias–Dogger* (ex.: le «flysch synrift» de la série de la Roche des Clots, LEMOINE et al. 1978).

b) *Dans les séries ligures déposées sur le fond océanique (ophiolitique)*, des olistolites, wildflyschs, brèches et arénites à matériel surtout ophiolitique, se rencontrent à tout niveau du *Malm* et du *Crétacé inférieur* (LEMOINE & TRICART 1979; LAGABRIELLE et al.

1984; etc.), traduisant l'activité tectonique au sein d'un petit océan alors en expansion; des dissociations et résédimentations de couches pélagiques préalablement déposées sont intervenues également (voir plus loin, §III-3).

c) *Dans les deux types de séries*, les perturbations détritiques se généralisent mais avec des importances diverses, au cours du début du *Crétacé supérieur*, ceci probablement à la suite d'un changement radical du contexte paléogéographique: c'est l'époque du début de la convergence Eurasie-Afrique, qui a induit la tectogenèse compressive connue à cette époque dans une grande partie des unités Austro-Alpines au niveau des Alpes Centrales et surtout des Alpes Orientales, et qui correspond probablement à un arrêt de l'ouverture, sinon à un début de la fermeture du bassin océanique (à croûte océanique) ligure au niveau des Alpes Occidentales. Certains «Black Shales» crétacés sont riches en intercala-

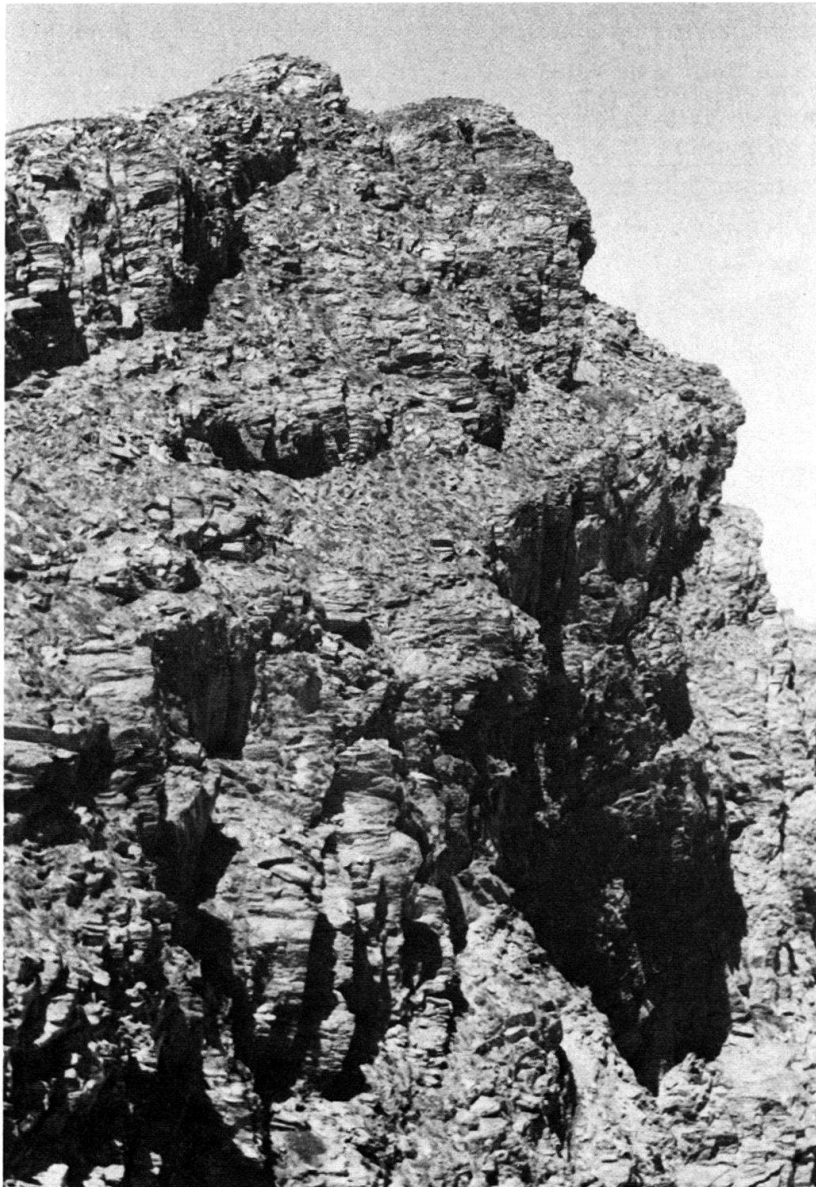


Fig.4. Falaise de calcschistes homogènes. Pic de Château-Renard, Crétacé supérieur. Comparer avec les vues rapprochées de la même formation (fig. 3 et 10).

Fig.4. A cliff in homogeneous calcschists. Same locality and age as in Figures 3 and 10.

tions gréseuses, et plus haut les calcschistes du Crétacé supérieur peuvent encore contenir quelques intercalations gréseuses ou de sables dolomitiques; ailleurs, ces calcschistes peuvent au contraire être remplacés latéralement par du flysch gréso-calcaire (ex.: série du Lago Nero au sud du massif ophiolitique du Chenaillet: POLINO & LEMOINE 1984), rappelant les flyschs à Helminthoïdes qui sont une autre conséquence du changement géodynamique majeur du Crétacé supérieur.

III. Deuxième regard sédimentologique: il y a calcschistes et calcschistes

A la suite des premières découvertes de fossiles, au début de ce siècle (FRANCHI 1898, 1910) on a très longtemps considéré que les Schistes lustrés étaient d'âge uniquement liasique. Il est vrai qu'ils offrent l'aspect d'une formation unique, monotone et particulièrement épaisse. On l'a vu, cela tient à ce qu'ils comportent une proportion considérable de calcschistes ou, du moins, de formations évoquant des calcschistes dès lors qu'on ne les examine que de loin, dans le paysage (fig. 4, 5).

Nous nous proposons maintenant de montrer que ces formations, responsables pour l'essentiel de la monotonie des paysages de Schistes lustrés, peuvent être différenciées: il



Fig. 5. Alternances argilites-calcaires de la formation de la Replatte. Rive gauche (sud) du Torrent de Chabrière, vers 2750 m d'altitude. Crétacé inférieur. Comparer l'aspect de cet affleurement avec celui des figures 4 et 7: vues de loin, ces alternances sont quasi impossibles à distinguer des vrais calcschistes homogènes, seule une vue rapprochée permet de trancher (fig. 3, 8, 9, 10).

Fig. 5. Shale-limestone alternations of the Lower Cretaceous Replatte formation, seen at distance (compare with Figures 3, 4, 8, 9).

est en effet possible d'en distinguer trois (§ 1 ci-dessous) dont les âges s'échelonnent du Lias au Crétacé supérieur; non uniquement constituées de véritables calcschistes, elles présentent au contraire une certaine variété lithologique; leurs épaisseurs ne sont probablement pas aussi importantes qu'on ne le supposait (§2 ci-dessous). Pour terminer (§3), s'agissant des variations latérales de faciès (et surtout de la stratonomie) des Schistes lustrés attribuables au Crétacé inférieur, nous montrerons comment le raisonnement pluridisciplinaire, appuyé sur les faits de terrain, permet d'élaborer un modèle cohérent avec les données de l'observation.



Fig. 6. Alternances dues à des replis, de calcaires marmoréens clairs du Malm, formant reliefs, et de calcschistes ou de schistes et calcaires du Crétacé inférieur. Versant sud du Pain de Sucre (à gauche) et du Pic d'Asti, à l'extrémité sud de la Crête de la Taillante.

Fig. 6. Folding-derived alternations: light-coloured Upper Jurassic marbles and dark-coloured Lower Cretaceous shale-limestone alternations or calcschists. South slope of Pain de Sucre Peak, French-Italian boundary.

1. *Les trois formations principalement responsables de la monotonie des paysages de Schistes lustrés*

Comme le montre la figure 2, elles seraient, en Queyras et dans les vallées voisines, d'âge respectivement liasique, Crétacé inférieur et Crétacé supérieur. Intercalé entre les deux premières, le Tithonique est plus nettement calcaire, au point de se marquer nettement dans la morphologie (fig. 6), tandis que le «milieu du Crétacé» correspond à des schistes noirs non calcaires, souvent riches en bancs gréseux manganésifères.

a) *Les alternances du Lias–Dogger* appartiennent aux séries piémontaises (de marge continentale). A côté de quelques passées franchement marneuses (calcschistes), elles sont en fait surtout constituées de calcaires en petits bancs alternant avec des lits calcschisteux peu épais (originellement des *alternances calcaires-marneuses*). Ces calcschistes et calcaires sont datés du Lias (Sinémurien à Toarcien) par de rares ammonites (*Coroniceras*, *Arnio-ceras*, *Dactylioceras*); leur partie supérieure, sans ammonites, est le plus souvent perturbée par des intercalations de microbrèches et de grès granuloclassés (flysch synrift) (LEMOINE et al. 1978).

b) *Les calcschistes du Crétacé inférieur*, ou du moins attribués au Crétacé inférieur, existent dans de nombreuses coupes des séries supra-ophiolitiques. En fait, l'identification du Crétacé inférieur dans les Schistes lustrés du Queyras est délicate, faute de fossiles,

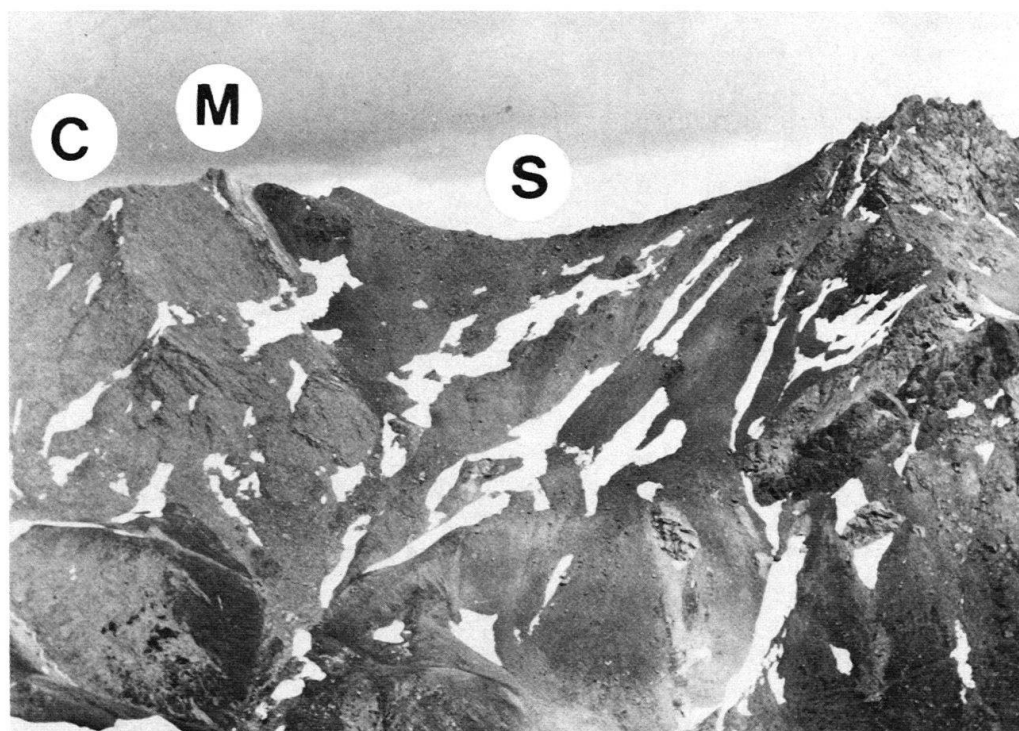


Fig. 7. La coupe du Col Sud de Cristillan (versant nord-ouest), montrant la succession, de droite à gauche: S: Serpentinites (fond océanique), M: barre de calcaires marmoréens clairs du Malm, C: schistes et calcaires de la Formation de la Replatte (Crétacé inférieur). Le Col Nord de Cristillan, où a été prise la photo de la figure 8, est situé peu à gauche de la photographie.

Fig. 7. The section of the South Cristillan pass. From right to left: S: Serpentinites (oceanic bottom), M: light-coloured marbles (Upper Jurassic), C: shales and limestones of the Replatte formation (Lower Cretaceous). The North Cristillan pass (photograph of Figure 8) is located at the left edge of the picture.

et aussi en raison de la variété de ses faciès. Dans la pratique, à l'exception d'un cas, où le faciès est identique à celui du Crétacé inférieur des séries ligures de l'Apennin, on ne peut guère utiliser *qu'un critère de position stratigraphique*: le Crétacé inférieur est représenté par les couches qui sont *superposées aux calcaires du Malm* (à condition de connaître la polarité de ceux-ci, par exemple en identifiant leur surface basale, au contact de radiolarites et/ou d'ophiolites: fig. 7); dans le meilleur des cas, ces couches sont intercalées entre les calcaires du Malm et les schistes noirs du Crétacé «moyen».

Sur ces bases, divers types lithologiques peuvent correspondre au Crétacé inférieur: dans les séries piémontaises (de marge continentale), ce peuvent être des calcaires à zones siliceuses (analogues à ceux du Crétacé inférieur briançonnais ou subbriançonnais) ou des alternances schistes-calcaires; dans les séries ligures (océaniques), il peut s'agir soit d'alternances schistes-calcaires (formation de la Replatte: fig. 5 et 8), soit, très souvent, de vrais calcschistes. Les conditions dans lesquelles ces calcschistes peuvent se substituer au faciès classique schistes-calcaires posent un problème spécifique, que nous allons examiner plus loin (paragraphe 3).

c) *Les calcschistes du Crétacé supérieur* (fig. 3, 4 et 10) représentent une proportion importante, sinon prédominante, de la masse des Schistes lustrés, du moins dans le secteur des Alpes Occidentales envisagé ici. Il s'agit principalement de calcschistes assez homogènes, contenant seulement, ici ou là, quelques bancs plus calcaires (fig. 3). Ces



Fig. 8. Alternances argilites-calcaires de la formation de la Replatte. Col Nord de Cristillan, Crétacé inférieur (cf. fig. 7). Voir aussi figure 9.

Fig. 8. Shales and limestones of the Replatte formation (Lower Cretaceous). Compare with Figures 7 and 9. Same facies and same age as in the Palombini formation of the Apennines.

calcschistes sont datés par des restes de Globotruncanidés (LEMOINE et al. 1984). Si l'on ne tient pas compte de la couleur générale des affleurements, ici plutôt rousse (abondance de l'ankérite), il n'y a guère de différence, du point de vue stratonomique, entre les calcschistes néocrétacés des Schistes lustrés et les faciès de même âge des domaines briançonnais et subbriançonnais («couches rouges» des Préalpes, «marbres en plaquettes» du Briançonnais). Dans le Briançonnais en particulier, la formation appelée généralement «marbres en plaquettes» est le plus souvent calcschisteuse; on peut rappeler à ce propos que TERCIER (1948) a proposé pour leur équivalent des Préalpes, l'appellation «calcschistes planctoniques». En fait, en Briançonnais, seule leur base peut prendre un faciès qui mérite l'appellation «marbres en plaquettes», en raison d'une plus grande richesse en calcite, et de la prépondérance, lors des déformations synmétamorphiques briançonnaises, des processus de dissolution orientée (naissance d'un litage tectonique par «pressure solution»: voir TRICART 1980). Dans tous les cas ces calcschistes – si l'on fait abstraction d'une composante détritique fine, généralement modeste – *dérivent de boues calcaréo-argileuses à foraminifères planctoniques.*

2. Epaisseur et monotonie ne sont qu'apparentes

a) *Monotonie.* – Nous venons de voir que, dans l'ensemble des Schistes lustrés piémontais, on peut distinguer *divers degrés d'organisation sédimentaire*: véritables calc-



Fig.9. Alternances argilites-calcaires de la formation de la Replatte (à gauche) voisinant avec les calcschistes (à droite). Est du Col des Ugousses, Crétacé inférieur.

Fig.9. The association of two facies of the Lower Cretaceous: shales-limestones alternations (left) and calcschists (right).



Fig. 10. Calcschistes homogènes, dérivant d'anciennes marnes monotones. Pic de Château-Renard, Crétacé supérieur. Voir aussi figures 3 et 4.

Fig. 10. Homogeneous calcschists, descending from monotonous marls (Upper Cretaceous).

schistes homogènes, alternances calcschistes-calcaires et schistes-calcaires, sans compter les schistes noirs non calcaires et grès (Black Shales) du Crétacé «moyen», difficiles à distinguer de loin. En réalité, l'impression de monotonie, si frappante *dans les paysages* (fig. 4, 5 et 7), s'efface ou au moins s'estompe dès que l'on regarde les affleurements de près (fig. 3, 8, 9 et 10); elle résulte de deux faits, une lithologie moyenne somme toute assez peu variable, et surtout une sorte d'uniformisation en affleurement par l'effet de la schistosité alpine. Il n'en reste pas moins que les calcschistes, soit homogènes, soit comportant des intercalations plus ou moins régulières et plus ou moins espacées de minces bancs calcaires (fig. 3, 4 et 10), restent prédominants, au point de constituer dans certains secteurs (Nord-Queyras par exemple) la masse principale des Schistes lustrés; il s'agit dans ce dernier cas principalement de la formation d'âge Crétacé supérieur, mais aussi parfois de celle d'âge Crétacé inférieur (§3 ci-dessous).

b) *Épaisseur*. – Toutes les analyses structurales mettent en évidence plusieurs plissements isoclinaux, dont trois principaux, bien visibles, s'ajoutant à un premier plissement, encore mal connu. A chacun sont associés de multiples contacts anormaux, en plus de possibles superpositions anormales précoces, anté-plissements. Par ailleurs, en Queyras et en Haute-Ubaye, le pendage ouest général des formations est une acquisition récente (dernier plissement régional). Pour une part importante, les surépaisseurs tectoniques sont liées aux deux générations de plis couchés d'axe quasi E–W qui commandent l'architecture régionale. Or ces plis n'apparaissent pas directement suivant les coupes

E–W transversales à l’allongement général de la chaîne. En fait, chaque fois qu’un niveau repère peut être suivi, il apparaît que la formation qui le contient ou que les formations qui l’encadrent correspondent à une pile de plis couchés métriques à kilométriques dont l’épaisseur n’a qu’un lointain rapport avec la puissance originelle des formations. D’un point de vue strictement tectonique, celle-ci pourrait très bien ne pas avoir excédé une centaine de mètres pour chacune des trois formations «calcschisteuses principales», celle du Lias–Dogger, celle du Crétacé inférieur et celle du Crétacé supérieur; mais des épaisseurs un peu plus fortes (quelques centaines de mètres) semblent plus vraisemblables.

3. *Un exemple de raisonnement pluridisciplinaire: recherche d’un modèle tectono-sédimentaire de genèse des calcschistes du Crétacé inférieur*

A côté des calcschistes, volumétriquement importants, qui sont attribués maintenant au Crétacé supérieur (et même localement datés) on constate en Queyras, qu’en raison de sa position stratigraphique (entre les calcaires pélagiques du Malm et les Black Shales du Crétacé «moyen»), une masse importante de calcschistes, ou plutôt de «Schistes lustrés», ne peut être attribuée qu’au Crétacé inférieur. Cette masse présente des variations, d’une unité à l’autre, ou au sein d’une même unité, qui doivent être expliquées.

En effet, dans les séries supra-ophiolitiques (ligures), le Crétacé inférieur peut, suivant les coupes, être représenté par deux types de faciès différents, difficiles à distinguer l’un de l’autre à distance, dans les paysages, et qui sont reliés par des passages latéraux rapides.

Premier type: Les alternances schistes argileux-calcaires de la formation de la Replatte. – Cette formation a très tôt été attribuée au Crétacé inférieur (LEMOINE 1971), à la fois en raison de sa position stratigraphique (voir ci-dessus, §III-1-b), et de sa quasi-identité lithologique avec les «Argille a palombini» du Crétacé inférieur des séries ligures de l’Apennin: il s’agit d’une alternance de schistes argilo-siliceux noirs *non calcaires*, et de bancs *calcaires* décimétriques (fig. 8), souvent bien délimités par des épontes siliceuses en relief. En faisant abstraction de ces bancs, on a simplement affaire à des schistes noirs, un peu comparables à ceux des Black Shales crétacés, et comme eux très probablement déposés sous la CCD; quant aux bancs calcaires, qui ont livré des radiolaires, il s’agit selon toute vraisemblance de *turbidites pélagiques* originaires d’un secteur situé au-dessus de la CCD, resédimentées dans le milieu de dépôt des argilites noires (une hypothèse de ce type a déjà été proposée pour l’équivalent de cette formation – les argiles à Palombini – dans les séries ligures de l’Apennin: voir BARRETT 1982; ANDRI & FANUCCI 1975; SAGRI 1979).

Deuxième type: Les calcschistes. – Dans de nombreuses coupes, ce sont des calcschistes qui sont situés, en lieu et place de la formation de la Replatte, au-dessus des calcaires du Malm reposant eux-mêmes sur un substratum ophiolitique. En y regardant de près, ces calcschistes ne sont pas identiques à ceux du Crétacé supérieur, et comportent des intercalations peu épaisses (quelques mètres) soit de schistes noirs, soit de schistes noirs à bancs calcaires rappelant la formation de la Replatte (fig. 9).

Relations entre les deux types de faciès. – Les deux types de faciès, schistes-et-calcaires d’une part, calcschistes de l’autre, coexistent souvent dans des coupes très voisines, appartenant à la même unité tectonique. On peut même observer des passages progressifs rapides, latéraux ou verticaux, depuis la formation de la Replatte typique jusqu’à de

véritables calcschistes (l'impression de passage par alternances étant bien sûr accentuée par les plis isoclinaux à toute échelle).

Or nous avons vu (§I-2) que la tectonique pllicative alpine ne peut absolument pas être rendue responsable d'une telle modification de faciès: bref, *pour expliquer ces passages latéraux* rapides entre un faciès dérivant d'argilites noires décarbonatées contenant des lits de turbidites calcaires, et un faciès dérivant de marnes, *il nous faut envisager un mécanisme sédimentaire*. Ce mécanisme a été probablement *gravitaire*, comme le suggèrent les observations suivantes, les unes relevant de l'analyse structurale, les autres de la géologie sédimentaire.

Première observation: Existence de faciès «dissociés», parfois intercalés de calcschistes, pouvant s'interpréter comme résultant d'un remaniement de la formation schisto-calcaire de la Replatte. – Dans certaines localités, comme par exemple de Rocher Renard (sud-est du massif ophiolitique du Chenaillet, fig. 1), et le massif occidental de Chabrière (voir BERTRAND et al. 1985; TRICART et al. 1985b), on connaît une variante du faciès schisto-calcaire de la Replatte, où les alternances régulières argilites-calcaires sont remplacées par une formation «dissociée» (au sens de KERCKHOVE 1969): des fragments parallélépipédiques, plus ou moins plats (plaques) de bancs calcaires bien caractéristiques de la formation de la Replatte (trame siliceuse rousse, croûte siliceuse verdâtre aux épontes) sont dispersés dans une matrice de schistes argileux noirs (fig. 11 et 12). L'origine sédimentaire,



Fig. 11. Schistes argileux à blocs calcaires grossièrement parallélépipédiques. Formation de la Replatte dissociée, ou plutôt Wildflysch: la formation contient également des blocs de basalte et de gros olistolithes de brèche de basalte emballés dans la matrice argileuse (voir fig. 13). Rocher Renard, Crétacé inférieur (unité du Lago Nero).

Fig. 11. Non-calcareous shales containing roughly parallelepipedic limestone slabs. The shaly matrix contains also pebbles or olistoliths of basalts and basaltic breccias: The limestone banks of the Replatte formation (Fig. 8) were here disrupted and resedimented in a kind of wildflysch (see Fig. 13).



Fig. 12. Schiste argileux à bloc calcaire. Ce bloc, par sa forme, dérive clairement de la dissociation d'un banc calcaire de la formation de la Replatte comparable aux bancs visibles sur la figure 8. Rocher Renard, Crétacé inférieur.

Fig. 12. Non-calcareous shale with a sub-parallelepipedic limestone slab. Same outcrop as in Figure 11.

et non pas tectonique (par boudinage), est démontrée par plusieurs observations. (1) Les orientations des plaques calcaires vis-à-vis de la schistosité alpine sont quelconques. (2) On n'observe pas à l'extrémité de ces plaques les cristallisations abritées qui devraient accompagner un éventuel boudinage. (3) Bien au contraire, la surface-limite argile-calcaire y est microplissée. La disjonction est donc *antérieure aux déformations synschisteuses alpines*. (4) Une autre observation montre même que cette disjonction est *antérieure à la diagenèse* responsable des croûtes siliceuses existant généralement aux épontes des bancs calcaires, puisqu'ici la croûte siliceuse peut entourer complètement les plaques calcaires noyées dans la matrice schisteuse (fig. 11, 12 et 13, voir aussi fig. 2 in TRICART et al. 1985b).

La formation «dissociée» comporte en outre, fréquemment, des intercalations de *calcschistes* gris. Dans un tel contexte de remaniement gravitatif, on peut envisager que ces *calcschistes* dérivent de marnes, résultant elles-mêmes du mélange intime des boues calcaire et argileuse originelles: ceci nous suggère une interprétation possible du remplacement fréquent de la formation de la Replatte par des *calcschistes*, interprétation qui est confortée par un deuxième type d'observation sur le terrain.

Deuxième observation: L'existence d'une formation de «Replatte dissociée», ou bien celle de calcschistes, à la place de la formation de la Replatte «normale», coïncide le plus souvent avec l'existence de détritisme ophiolitique. – En premier lieu, dans les localités où nous l'avons observée, la formation dissociée, tout comme les *calcschistes* qui peuvent l'accompagner, comportent des inclusions et intercalations de matériel détritico-ophioli-

tique (arénites, brèches, galets isolés dans la matrice, et jusqu'à des olistolites de dimensions décamétriques, voire hectométriques) (voir TRICART et al. 1985b).

Plus généralement, on constate que la présence de calcschistes «en position de Crétacé inférieur», c'est-à-dire en lieu et place de la formation de la Replatte, est le plus souvent (pas dans tous les cas cependant) en relation avec la présence de détritisme ophiolitique, et notamment d'olistolites.

Le modèle: Un mécanisme de resédimentation agissant sur des alternances argiles-calcaires plus ou moins bien indurées (fig. 13). Tous ces faits suggèrent fortement que les

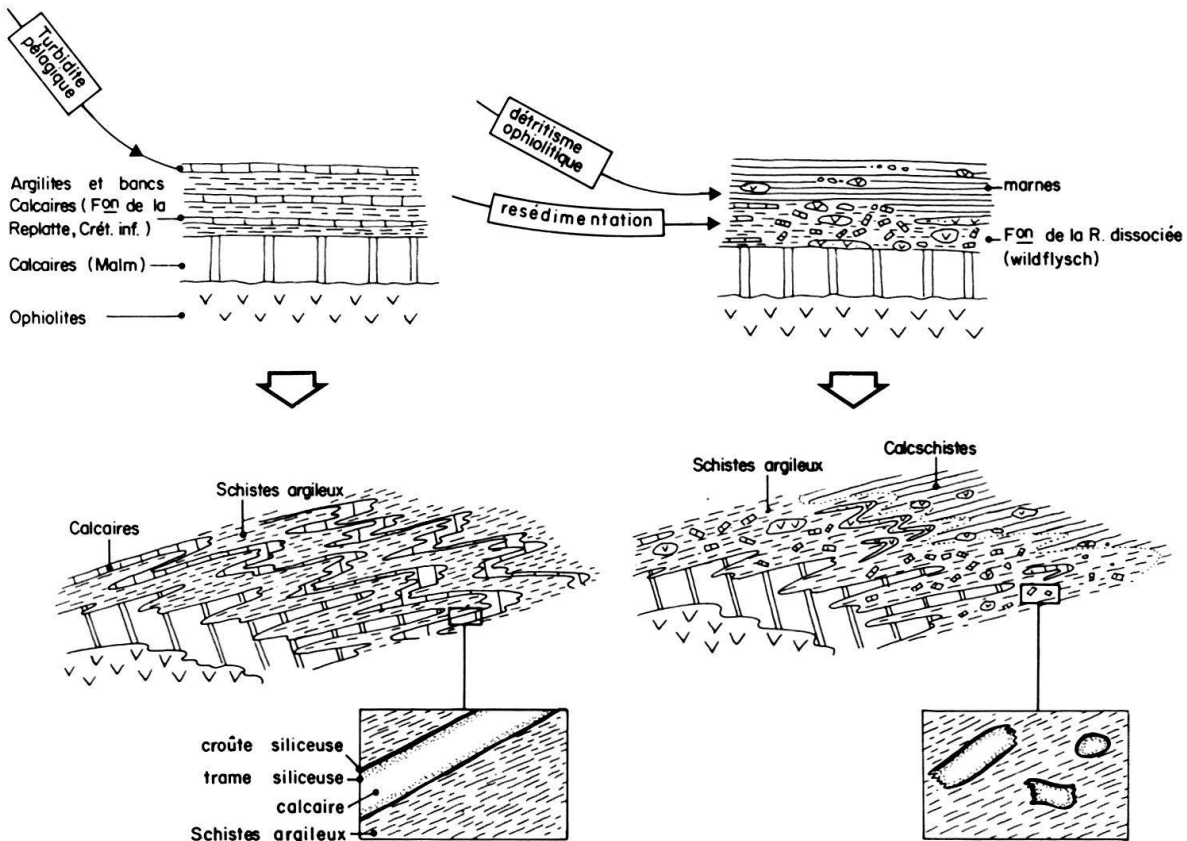


Fig. 13. Sédimentation pélagique et resédimentation dans les Schistes lustrés: l'exemple du Crétacé inférieur (schémas).

En haut: schémas illustrant le stade sédimentaire. *A gauche*: les alternances argilites-calcaires de la formation de la Replatte résultent de l'arrivée de turbidites calcaires pélagiques dans une matrice «autochtone» argilleuse et non calcaire (dépôt sous la CCD). *A droite*: résultat de la remise en mouvement de ces argilites et calcaires, grâce à la naissance de pentes sous-marines, avec ou sans intervention d'apports détritiques ophiolitiques originaires d'escarpements de failles actives: d'où la genèse, selon le degré d'induration des sédiments, d'une formation «dissociée» et/ou de Wildflysch, ou de marnes. *En bas*: devenir de ces sédiments après le plissement et la schistogenèse alpine: schistes argileux et bancs calcaires (formation de la Replatte), schistes argileux et blocs calcaires et ophiolites, ou calcschistes (voir figures 9, 11, 12).

Fig. 13. Diagram showing an example of pelagic sedimentation in the Ligurian Lower Cretaceous Replatte formation. Upper diagrams: the sedimentation stage. Left: the shale-limestone alternations of the Replatte formation result from the deposition of calcareous pelagic turbidites in an "autochthonous" argillaceous, non-calcareous matrix (below the CCD). Right: result of resedimentation of the previously deposited formation, as a result of the generation of submarine slopes, accompanied (or not) by crumbling of ophiolite pebbles or olistoliths down from submarine fault-scarps: owing to different states of diagenesis, the limestone-shale alternations result either in shales with disrupted limestone slabs, or in marls. Lower diagrams: The present-day state of things, after the Alpine folding and metamorphism.

saccades de la tectonique océanique, mouvements de failles sous-marines accompagnés de séismes, suivis ou non d'écroulements de blocs ophiolitiques, ont pu provoquer une *resédimentation* de la formation de la Replatte; suivant le degré de diagenèse des niveaux argileux et calcaires, cette resédimentation a pu aboutir soit à des argiles contenant des fragments dissociés de bancs calcaires, soit à des marnes résultant du mélange intime des fractions argileuse et calcaire originellement bien séparées dans des bancs distincts.

IV. Pour conclure: Progrès et problèmes

La discussion qui précède ne doit pas laisser croire au lecteur que tous les problèmes des Schistes lustrés sont résolus, ni même en passe de l'être. En ne considérant que le Queyras et les régions avoisinantes, bien des difficultés subsistent. Par exemple, que dire des coupes où l'on ne rencontre pas de «Black Shales» schisto-gréseux et décarbonatés intercalés entre la formation de la Replatte (ou les calcschistes) du Crétacé inférieur et les calcschistes du Crétacé supérieur? Comment peut-on interpréter celles où les faciès attribuables au Crétacé inférieur sont d'épaisseur minime, ou inexistantes, ou encore celles où manquent les calcaires du Malm entre radiolarites (ou ophiolites) et formation de la Replatte? On soupçonne que des raisonnements analogues à celui exposé dans le paragraphe III-3 devraient permettre de comprendre ces «anomalies», mais de tels raisonnements ne seront valables qu'appuyés sur de minutieuses observations des affleurements et sur une cartographie détaillée. Il n'en reste pas moins qu'une approche pluridisciplinaire a rendu possible le débrouillage du vaste imbroglio tectono-sédimentaire que nous offrent les «Schistes lustrés».

Un premier point à souligner, c'est la relative variabilité lithologique et stratonomique des métasédiments couramment désignés par cette expression; on y retrouve, plus ou moins «pollués» par du détritisme gréseux, et plus ou moins métamorphiques, des faciès sédimentaires connus dans d'autres domaines paléogéographiques alpins, tels les «calcaires tithoniques», les «Black Shales», les «couches rouges» ou «calcschistes planctoniques» (que les géologues de l'océan appelleraient tout simplement «foram-nanno-ooze», ou «chalk»). Pour cette raison, et aussi parce que les «Schistes lustrés» englobent des sédiments liés à plusieurs stades d'une évolution géodynamique (rifting, expansion océanique, fermeture d'un océan: voir fig. 2), nous pensons préférable de refuser, à tout le moins de nuancer la proposition de A. ISLER & N. PANTIĆ (1980): ces auteurs proposent d'utiliser le terme «Schistes lustrés», au même titre que ceux de «Flysch» ou de «Molasse», pour désigner un ensemble de sédiments caractéristiques de l'évolution de certaines parties d'un orogène, liée à l'ouverture puis à la fermeture d'un océan. Pour des raisons comparables, d'autres désignations nous semblent devoir n'être utilisées qu'avec précautions: il y a bien des «flyschs» ou des «wildflyschs» dans les Schistes lustrés, mais localement et dans des contextes géodynamiques particuliers (ex.: MARTHALER 1984; POLINO & LEMOINE 1984; TRICART et al. 1985b), de même le terme de «préflysch» (TRÜMPY 1960), peut-être commode en raison de l'imprécision de sa définition, ne devrait pas être trop généralisé, s'agissant au moins des Schistes lustrés piémontais, objet de la présente discussion (DURAND-DELGA 1980, fig. 1). Au reste, l'expression «Schistes lustrés», faisant référence à des phénomènes tectonométamorphiques et non sédimentaires, est mal adaptée: nous pensons donc qu'à terme elle devra disparaître, au fur et à mesure

que des formations bien distinctes, et diverses, y seront mises en évidence et cartographiées.

Il semble que cela puisse être bientôt le cas dans certains secteurs, comme le Queyras et les vallées avoisinantes, où la plupart des formations lithologiques sont maintenant identifiées; la cartographie et par voie de conséquence l'analyse des grandes structures, sont donc devenues possibles; enfin, des modèles d'évolution tectono-sédimentaire de la marge européenne distale et de l'océan ligure peuvent maintenant, moyennant certaines précautions, être esquissés.

Remerciements

Une première esquisse de cet article a bénéficié d'une lecture critique et de suggestions très constructives de la part de J. Dercourt (Paris), A. Escher (Lausanne) et J. Philip (Marseille) que nous remercions bien sincèrement. Nos remerciements vont également à R. Trümpy (Zürich) pour une lecture critique du manuscrit final.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRI, E., & FANUCCI, F. (1975): Osservazioni sulla litologia e stratigrafia dei Calcari a Calpionelle Liguri (Val Graveglia, Val di Vara). – *Boll. Soc. geol. ital.* 92, 161–192.
- BARRETT, T.J. (1982): Review of stratigraphic aspects of the ophiolitic rocks and pelagic sediments of the Vara complex, North Apennines, Italy. – *Ofioliti* 7, 43–46.
- BERTRAND, J., NIEVERGELT, P., & VUAGNAT, M. (1985): Interprétation paléo-océanique d'une série pélagique à matériel ophiolitique: La série de Chabrière, complexe de base du massif ophiolitique du Montgenèvre (Alpes Occidentales). – *C.R. Acad. Sci. (Paris) (II)* 301, 1199–1204.
- BOLLI H. M., & NABHOLZ, W. K. (1959): Bündnerschiefer, ähnliche fossilarme Serien und ihr Gehalt an Mikrofossilien. – *Eclogae geol. Helv.* 52/1, 237–270.
- BOURBON, M. (1980): Evolution d'un secteur de la marge Nord-Téthysienne en milieu pélagique: la zone briançonnaise près de Briançon entre le début du Malm et l'Eocène inférieur. – Thèse, Strasbourg.
- CABY, R., KIENAST, J. R., & SALIOT, P. (1978): Structure, métamorphisme et modèle d'évolution tectonique des Alpes Occidentales. – *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.* 20, 307–322.
- CHENET, P. Y. (1979): Le secteur subbriançonnais entre Gap et le Col du Galibier au Mésozoïque, sa place dans la marge européenne de la Téthys. – *Géol. alp. Grenoble* 55, 45–74.
- DEBELMAS, J. (1951): Les zones Subbriançonnaise et Briançonnaise occidentale entre Vallonise et Guillestre (Hautes Alpes). – *Mém. Expl. Carte géol. France.*
- DE WEVER, P., & CABY, R. (1981): Datation de la base des Schistes lustrés post-ophiolitiques par des Radiolaires (Oxfordien supérieur–Kimméridgien moyen) dans les Alpes Cottiennes (Saint Vêran, France). – *C.R. Acad. Sci. (Paris) (D)*, 292, 467–472.
- DUMONT, TH. (1984): Le Rhétien et le Lias inférieur prépiémontais dans le chaînon de Rochebrune (Alpes Occidentales): enregistrement sédimentaire du passage des carbonates de plate-forme triasiques au Jurassique hémipélagique lors du début du rifting téthysien. – *Géol. alp. Grenoble* 60, 13–25.
- DUMONT, TH., LEMOINE, M., & TRICART, P. (1984): Pérennité de la sédimentation pélagique du Jurassique supérieur jusque dans le Crétacé supérieur au-dessus de la croûte océanique téthysienne ligure: la série supra-ophiolitique du Lac des Cordes (zone piémontaise des Alpes occidentales au SE de Briançon). – *C.R. Acad. Sci. (Paris) (II)* 299, 1069–1072.
- DURAND-DELGA, M. (1980): Considérations sur les flyschs du Crétacé inférieur dans les chaînes alpines d'Europe. – *Bull. Soc. géol. France* (7), 22, 15–30.
- ELLENBERGER, F. (1958): Etude géologique du pays de Vanoise. – *Mém. Expl. Carte géol. France.*
- ELLENBERGER, F., & LEMOINE, M. (1955): Les faciès prépiémontais et le problème du passage de la zone du Briançonnais aux Schistes lustrés piémontais. – *C.R. somm. Soc. géol. France* 1955, 146–148.
- FRANCHI, S. (1898): Sull'eta mesozoica della zona delle pietre verdi nelle Alpi Occidentali. – *Boll. r. Com. geol. Ital.* 1898.
- (1910): Il Retico quale zona di transizione fra la Dolomia principale ed il Lias a facies piemontese-calcescisti con pietre verdi, nell'Alta Val di Susa. – *Boll. r. Com. geol. Ital.* 1910/3.

- GRACIANSKY, P. C. DE, BOURBON, M., LEMOINE, M., & SIGAL, J. (1981): The sedimentary record of Mid-Cretaceous events in the Western Tethys and Central Atlantic Oceans and their continental margins. – *Eclogae geol. Helv.* 74, 353–367.
- GIGNOUX, M., & MORET, L. (1938): Description géologique du bassin supérieur de la Durance. – *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble* 21.
- ISLER, A., & PANTIĆ, N. (1980): «Schistes-lustrés»-Ablagerungen der Tethys. – *Eclogae geol. Helv.* 73, 799–822.
- KERCKHOVE, C. (1969): La «Zone du Flysch» dans les nappes de l'Embrunais-Ubaye. – *Géol. alp. Grenoble* 45, 5–204.
- LAGABRIELLE, Y., POLINO, R., AUZENDE, J. M., BLANCHET, R., CABY, R., FUDRAL, S., LEMOINE, M., MEVEL, C., OHNENSTETTER, M., ROBERT, D., & TRICART, P. (1984): Les témoins d'une tectonique intraocéanique dans le domaine téthysien: analyse des rapports entre les ophiolites et leurs couvertures métamorphiques dans la zone piémontaise des Alpes Occidentales franco-italiennes. – *Ofioliti* 9, 67–88.
- LEMOINE, M. (1971): Données nouvelles sur la série du Gondran près Briançon (Alpes Cottiennes). Réflexions sur les problèmes stratigraphique et paléogéographique de la zone piémontaise. – *Géol. alp. Grenoble* 47, 181–201.
- LEMOINE, M., STEEN, D., & VUAGNAT, M. (1970): Sur le problème stratigraphique des ophiolites piémontaises et roches sédimentaires associées: Observations dans le massif de Chabrière en Haute-Ubaye. – *C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève* [n.s.] 5, 44–59.
- LEMOINE, M., BOURBON, M., & TRICART, P. (1978): Le Jurassique et le Crétacé prépiémontais à l'Est de Briançon (Alpes Occidentales) et l'évolution de la marge européenne de la Téthys: données nouvelles et conséquences. – *C. R. Acad. Sci. (Paris) (D)* 286, 1237–1240.
- LEMOINE, M., & TRICART, P. (1979): Une partie des schistes et des ophiolites du Queyras résultent-ils de sédimentation et d'écroulements au pied d'un escarpement de faille océanique? – *C. R. Acad. Sci. (Paris) (D)* 288, 1655–1658.
- LEMOINE, M., MARTHALER, M., CARON, M., SARTORI, M., AMAUDRIC DU CHAFFAUT, S., DUMONT, T., ESCHER, A., MASSON, H., POLINO, R., & TRICART, P. (1984): Découverte de foraminifères planctoniques du Crétacé supérieur dans les schistes lustrés du Queyras (Alpes Occidentales). Conséquences paléogéographiques et tectoniques. – *C. R. Acad. Sci. (Paris) (II)* 299, 727–732.
- MARTHALER, M. (1984): Géologie des unités penniques entre le Val d'Annivers et le Val de Tourtemagne (Valais, Suisse). – *Eclogae geol. Helv.* 77, 395–448.
- MEGARD-GALLI, J. (1974): Age et caractéristiques sédimentologiques du Trias dolomitique des unités piémontaises externes (zone du Gondran) entre Arc et Ubaye (Alpes Occidentales). – *Géol. alp. Grenoble* 50, 111–129.
- POLINO, R., & LEMOINE, M. (1984): Détritisme mixte d'origine continentale et océanique dans les sédiments jurassico-crétacés supra-ophiolitiques de la Téthys Ligure. – *C. R. Acad. Sci. (Paris) (II)* 298, 359–362.
- SAGRI, M. (1979): Upper Cretaceous carbonate turbidites of the Alps and Apennines deposited below the calcite compensation level. – *J. sediment. Petrol.* 49, 23–28.
- TERCIER, J. (1948): Le flysch dans la sédimentation alpine. – *Eclogae geol. Helv.* 40, 163–198.
- TRICART, P. (1980): Tectoniques superposées dans les Alpes Occidentales, au Sud du Pelvoux: évolution structurale d'une chaîne de collision. – Thèse Sci., Strasbourg.
- TRICART, P., DUMONT, T., & LEMOINE, M. (1985a): Evolution d'une portion de marge continentale: blocs basculés et charriages alpins dans la nappe prépiémontaise de Rochebrune (Alpes Occidentales). – *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.* 26, 3–17.
- TRICART, P., GOUT, C., & LEMOINE, M. (1985b): Tectonique synsédimentaire saccadée d'âge Crétacé inférieur dans l'océan téthysien ligure: un exemple dans les Schistes lustrés à ophiolites de Chabrière (Haute Ubaye, Alpes Occidentales françaises). – *C. R. Acad. Sci. (Paris) (II)* 300, 879–884.
- TRICART, P., & LEMOINE, M. (1986): From faulted blocks to megamullions and megaboudins: Tethyan heritage in the structure of the Western Alps. – *Tectonics* 5, 95–118.
- TRÜMPY, R. (1960): Paleotectonic evolution of the Central and Western Alps. – *Bull. geol. Soc. Amer.* 71, 843–908.
- (1971): Stratigraphy in mountain belts. – *Quart. J. geol. Soc. London* 126, 293–318.

Manuscrit reçu le 12 février 1986

Révision acceptée le 11 avril 1986