

MÉLANGES SUPRAHELVÉTIQUES : SÉDIMENTATION ET TECTONIQUE AU FRONT DE LA NAPPE DE MORCLES (VAUD, SUISSE)*

Pascal JEANBOURQUIN¹ et Doris GOY-EGGENBERGER²

RÉSUMÉ. - Dans la nappe de Morcles, les complexes chaotiques qui scellent la sédimentation du bassin nordhelvétique sont abordés par plusieurs approches: sédimentologique, biostratigraphique, minéralogique, structurale. On propose, conformément à l'utilisation internationale du mot mélange, de les appeler "mélanges suprahelvétiques" ou, dans le cas particulier, "mélange supra-Morcles/Parautochtone", puisqu'ils sont déformés avec leur substrat. Par chacune des approches, des différences notables sont mises en évidence entre les sédiments détritiques de l'avant-pays et les unités chaotiques sus-jacentes. Les faits conduisent à une séparation tectonique des deux ensembles, qui s'oppose au concept d'olistostrome sommital helvétique.

En regard de l'évolution des connaissances sur la déformation des prismes d'accrétion, une nouvelle hypothèse de travail doit être envisagée dans le contexte de bassin d'avant-pays: les phénomènes tectoniques jouent un rôle essentiel dans la genèse des mélanges suprahelvétiques, notamment en relation avec les fluides en surpression dans les sédiments tertiaires sous-compactés et leur échappement dans les zones de chevauchement.

MOTS CLÉS. - Mélanges tectoniques, suprahelvétique, Nappe de Morcles, minéralogie, biostratigraphie.

SUPRAHELVETIC MELANGES : SEDIMENTATION AND TECTONIC IN FRONT OF THE MORCLES NAPPE (VAUD, SUISSE)

ABSTRACT. - The Morcles nappe of the Western Alps shows two chaotic units. 1- The former is a sedimentary unit of Priabonian age. New data indicate a link between this sedimentation and the strike slip movements affecting the Northhelvetic basin before the arrival of the Prealpine nappes. 2 - The latter is a very complex chaotic unit called "Suprahelvetic Mélanges" or here "Supra-Morcles Mélange" (Anzeinde Nappe and Plaine-Morte "Wildflysch" or Nappe of the Ultrahelvetic).

This mélange postdates the sedimentation, not only of the Northhelvetic Flyschs of Morcles nappe, but of all Flyschs (or Molasse) in the foreland basin. It is folded and deformed with Helvetic Units. Therefore, it has been possible to show early deformation in chaotic units.

Several approaches (Sedimentology, biostratigraphy, clay mineralogy and structural geology) show notable differences between the local Priabonian breccias, the turbiditic sediments of the foreland and the overlying mélanges of regional extent. These facts suggest a tectonic link instead of a sedimentary relationship such as an upper Helvetic olistostrome. The sedimentary manifestations related to olistostromes are local and they seem secondary.

Furthermore, comparisons with the deformation of accretionary prisms suggests tectonic origin for the mélanges: Tectonic processes would be essential in the genesis of suprahelvetic mélanges, related with the overpressured fluids coming from the under-compacted Tertiary sediments (compaction and metamorphism) of the Helvetics and using these thrust zones as dewatering channels

KEY WORDS. - Tectonic mélanges, suprahelvetic, Morcles nappe, mineralogy, biostratigraphy.

* Travail réalisé grâce à l'appui financier du fond national suisse de la recherche scientifique, projet no. 2 715-0.85 et bourses no. 8220-30694

1- Earth Sciences Board, University of California Santa Cruz, Santa Cruz CA 95064, USA.

2- Institut de Minéralogie et Pétrographie, Université de Neuchâtel, 11, rue Emil Argand, CH-2000 Neuchâtel.

1. - INTRODUCTION (FIG. 1, 2 ET 3)

Dans les Alpes occidentales, les unités "ultrahelvétiques" reposent systématiquement sur les sédiments paléogènes des unités helvétiques: nappes du Wildhorn et des Diablerets, nappe de Morcles, Parautochtone et Autochtone. Elles forment un ensemble d'écaïlles dont la structure est localement très chaotique. Leur mise en place sur le domaine helvétique précède les déformations de l'Helvétique (LUGEON 1901 et 1918).

En réponse aux problèmes qui surgissent lorsqu'on étudie l'"Ultrahelvétique" (BADOUX 1963, JEANBOURQUIN *et al.* 1992, JEANBOURQUIN sous presse a), il est proposé de regrouper ces unités dans un Mélange suprahelvétique (MSH ou "Suprahelvetic Mélange"). Le mot "mélange" doit être compris dans un sens purement descriptif. Il s'applique aux corps rocheux chaotiques plus ou moins déformés par cisaillement simple, cartographiables au 1:24.500 (1.25.000 chez nous) ou à une plus petite échelle, comme le préconisent DENNIS (1979), SILVER & BEUTNER (1980) ou RAYMOND (1975 et 1984). La genèse des mélanges est controversée; très schématiquement, on retient trois hypothèses pour leur formation (COWAN 1985) : 1- mélanges tectoniques

liés à des chevauchements, souvent dans les prismes d'accrétion; 2- glissement gravitaire de masses de sédiments (olistostromes, slumping, debris flows); 3- injections sous pression de boues à galets et blocs, diapirisme.

Dans les Alpes occidentales, les travaux sur les mélanges suprahelvétiques ("Ultrahelvétique" et wildflysch) rendent compte d'une controverse assez similaire. Par exemple :

- la mise en place de l'Ultrahelvétique était expliquée par un phénomène d'origine gravitaire (olistostrome) dans le bassin ultrahelvétique (par exemple un domaine sudhelvétique très méridional) : la diverticulation (LUGEON 1943, BADOUX 1963 et 1967). Olistostromes et diverticules auraient été par la suite chevauchés sur le domaine des futures nappes helvétiques (BADOUX 1988). Dans cette hypothèse, l'Ultrahelvétique repose sur l'Helvétique par un contact tectonique;

- depuis les années quatre-vingts, on a tendance à interpréter l'Ultrahelvétique inférieur comme une formation sédimentaire de l'Helvétique liée au front du chevauchement des Préalpes: un "olistostrome sommital helvétique" plus ou moins décollé (DE LEPINAY 1981, WEIDMANN *et al.* 1982, MAYORAZ *et al.* 1988, HOMEWOOD & LATELTIN 1988, LATELTIN 1988); le contact avec l'Helvétique

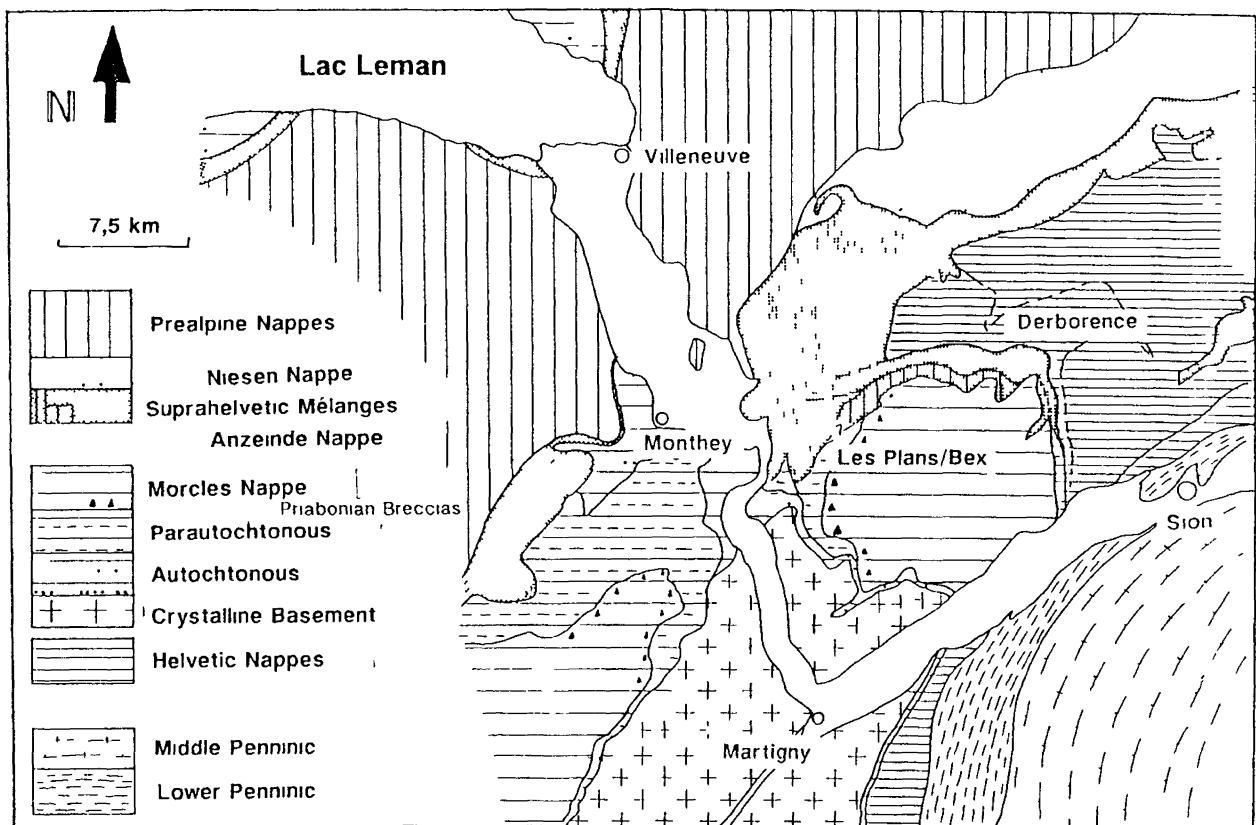


FIG. 1 - Situation des unités étudiées sur une carte tectonique (modifié d'après SPICHER, 1980).

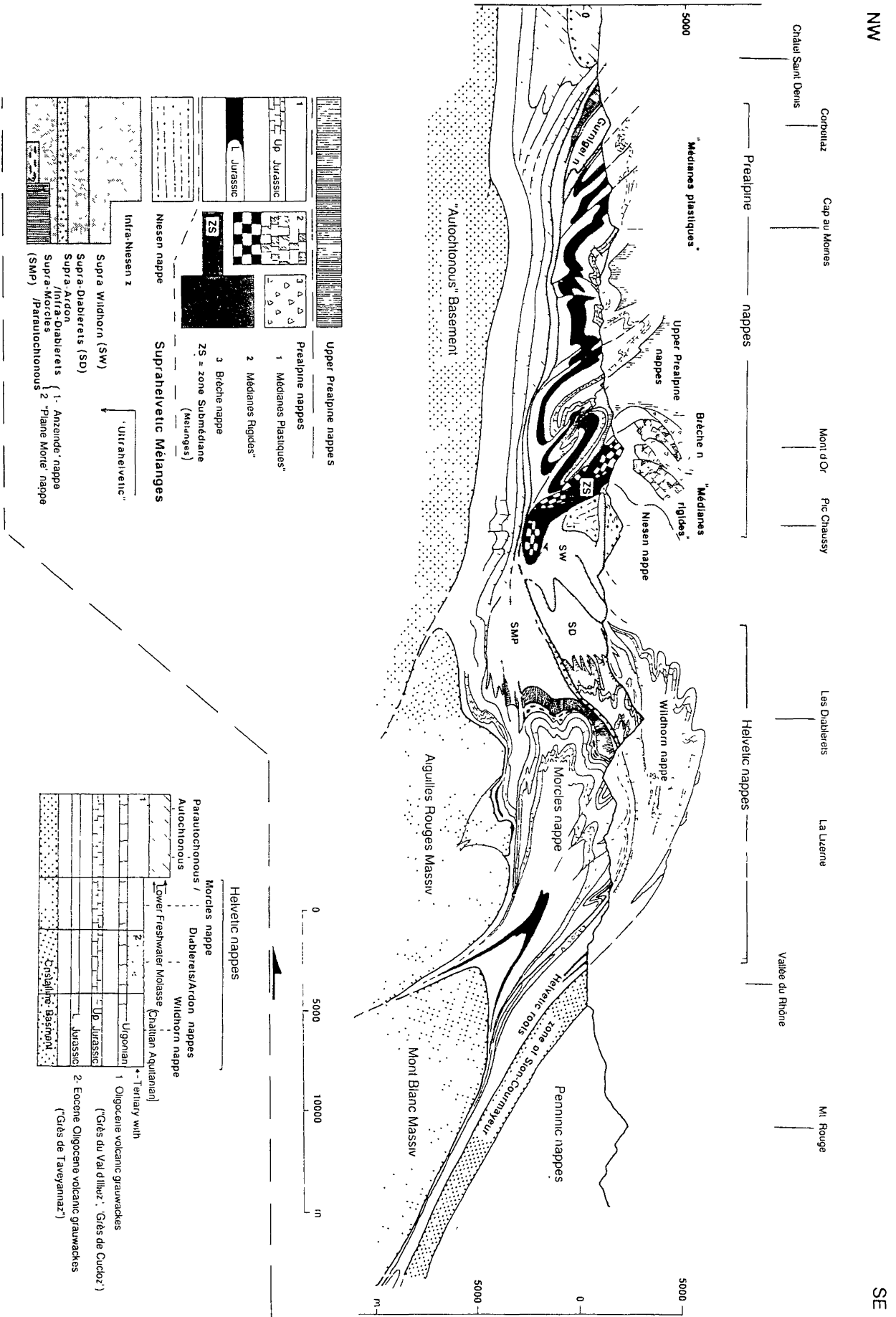


FIG. 2 - Situation dans un profil géologique en rive droite de la vallée du Rhône (modifié d'après ESCHER *et al.*, 1988, avec autorisation du Professeur Escher, 1991).

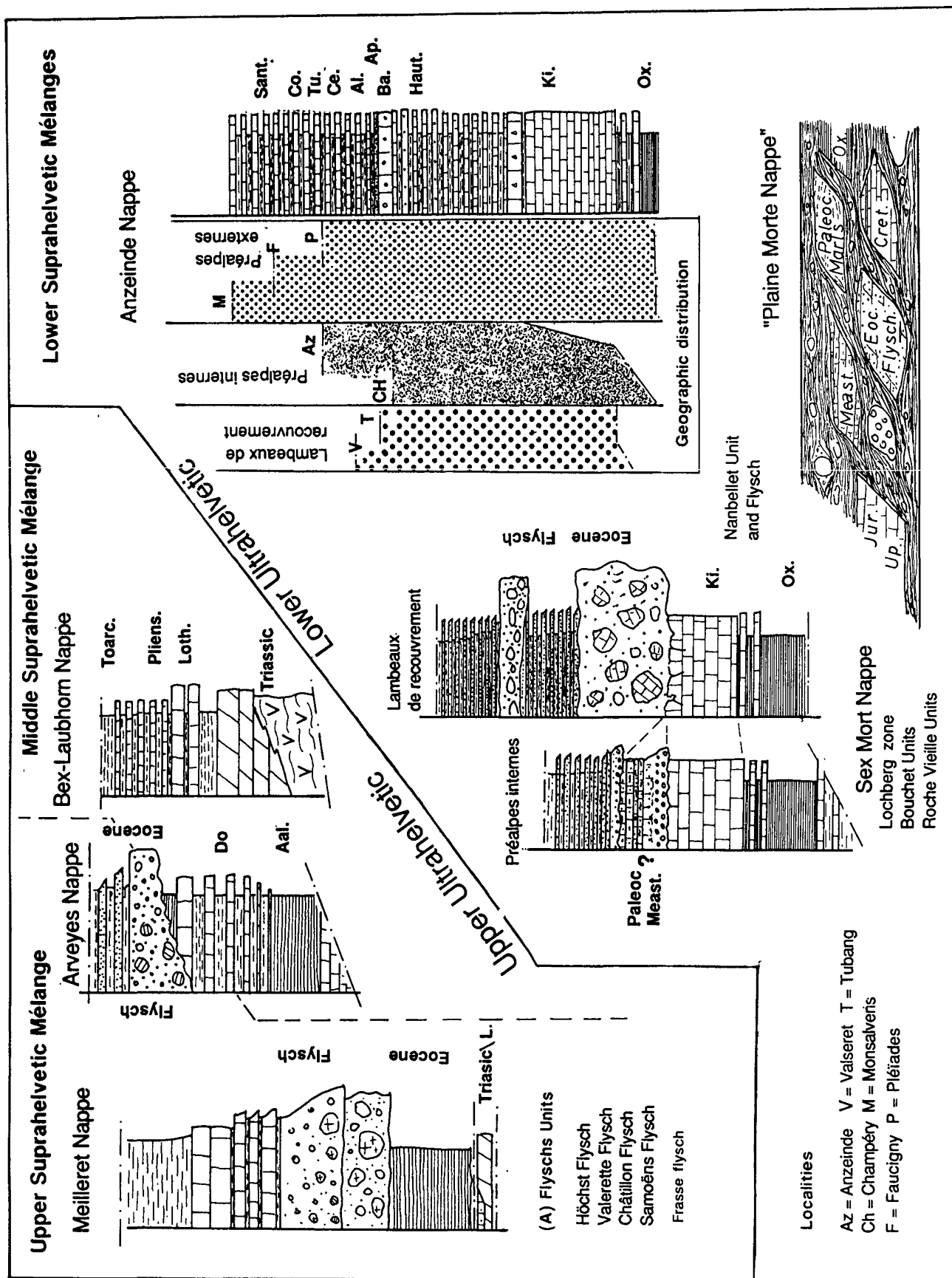


FIG. 3 - "Nappes ultrahelvétiques" : terminologie et composition des différentes écailles ou diverticules "ultrahelvétiques" d'après BADOUX (1963) et ANATRA (1986). Pour les flyschs, il faut noter la similitude des flyschs du diverticule du Sex-Mort avec ceux de la nappe du Wildhorn; les flyschs de l'Ultrahelvétique supérieur ont une affinité avec ceux du Valaisan externe (JEANBOURQUIN & BURRI, 1991, fig. 7).

serait alors de nature sédimentaire;

- par ailleurs, certains travaux suggèrent même une genèse de ces mélanges par des processus exclusivement tectoniques (partiellement LUGEON 1918, GABUS 1958, FERRAZZINI 1981, BAYER 1982).

Entre Derborence et les Plans-sur-Bex, ces unités affleurent bien. Elles ont été décrites en détail (BONNARD 1925, GABUS 1958, ACKERMANN 1979, ANATRA 1986, BADOUX *et al.* 1971, BADOUX *et al.* 1990, LUGEON 1940). Comme elles couvrent la nappe de Morcles (et le Parautochtone), on les appellera mélange supra-Morcles (MSM ou supra-Morcles/Parautochtone, MSMP). Le mélange supra-Morcles présente la succession suivante, du haut vers le bas:

- nappe de Bex,
- nappe d'Anzeinde,
- nappe (ou flysch ou "wildflysch") de la Plaine-Morte.

Suivant l'hypothèse de l'olistostrome sommital helvétique présentée ci-dessus, les deux dernières unités (nappe d'Anzeinde et nappe de la Plaine-Morte = mélange supra-Morcles inférieur) représenteraient l'ultime sédimentation du bassin nordhelvétique. Or, les différentes approches utilisées ici suggèrent de traiter la nappe de Morcles et le mélange supra-Morcles comme des unités tectoniques différentes.

De plus, les dépôts du Tertiaire du flanc inverse de la nappe de Morcles, témoignent d'une sédimentation chaotique liée à des failles actives durant l'Eocène supérieur. Ils fournissent une possibilité de comparaison pour comprendre les processus intervenant dans la genèse des mélanges suprahelvétiques, mais il faut se garder de confondre les deux unités.

2. - LES SÉDIMENTS DÉTRITIQUES TERTIAIRES DE LA NAPPE DE MORCLES (FIG.3 ET 4)

La série lithostratigraphique tertiaire du front de la nappe de Morcles est synthétisée dans le bas de la figure 3. Deux événements tectono-sédimentaires donnant naissance à une sédimentation détritique plus ou moins chaotique, s'y succèdent :

- d'abord, dans les marnes à globigérines, un détritisme chaotique d'origine locale lié à un seuil qui limite la nappe de Morcles au NW ("Debris flows" de la fig. 4),

- puis un détritisme fin, d'origine plus régionale, qui se développe au-dessus des marnes à globigérines (flysch = "Coherent turbiditic Unit" de la fig. 4).

Le détritisme chaotique local des marnes à globigérines présente des coulées de débris calcaires

(faciès A2.7: pebbly sands et A1.2: gravelly muds selon PICKERING *et al.* 1989) dans des faciès détritiques siliceux fins (faciès D + E). Cet ensemble forme la partie proximale d'un épais complexe congolomératique chaotique qui caractérise la fin du Priabonien (fig. 4) dans le flanc inverse de la nappe de Morcles (BADOUX *et al.* 1971, MAYORAZ 1990); cette formation diminue rapidement vers le NW pour disparaître au front de la nappe à l'exception d'un affleurement au col de la Golèse (près de Samoëns, France).

La proportion relative des éléments témoigne de l'érosion progressive d'une série mésozoïque jusqu'à son socle cristallin (RYKKEN J. 1968, BADOUX *et al.* 1971, MAYORAZ en préparation). Les proportions de matériel cristallin (schistes, gneiss et granites), mêlé à des détritiques de la plate-forme carbonatée (lithothalmiées, nummulites) sont importantes au sommet du dépôt dans le flanc inverse de la nappe de Morcles; elles diminuent très vite verticalement et latéralement. Ces congolomérats et schistes à blocs sont clairement séparés du mélange supra-Morcles par le flysch (GVI).

2. 1. Interprétation de la sédimentation chaotique Priabonienne.

Selon BADOUX (1967), ces brèches ne sont pas liées au paroxysme orogénique: elles sont plus anciennes. MAYORAZ (1990) les associe à des mouvements décrochants éocènes-oligocènes, rejeux d'accidents NE-SW. Ces derniers affectent le seuil qui sépare le domaine de la nappe de Morcles et celui du Parautochtone (combinaison de "strike-slip" et de "pull-apart" = "transtension"). Plus à l'est, il semble bien que ce type de sédiment se retrouve dans la nappe du Doldenhorn où il aurait été confondu avec le mélange supra-Doldenhorn dans le Kiental (Wildflysch de KÜNZI *et al.* 1979).

Le détritisme fin plus régional est associé au flysch nord-helvétique (ou molasse, LATELTIN & HOMEWOOD 1988): les Grès de Taveyanne (GT) et les Grès du Val d'Illiez (GVI, Formation du Val d'Illiez de LATELTIN, 1988)). Au front et sur le dos de la nappe de Morcles, ce flysch est dépourvu d'accumulations importantes de corps chenalisés et de lobes qui permettent habituellement de le classer clairement dans l'une ou l'autre de ces formations. C'est une alternance plus ou moins régulière de petits bancs de grauwackes fins, riches en quartz et micas et de siltites argileuses peu ou pas carbonatées (épaisseur jusqu'à 100m): le marno-micacé de la formation du Val d'Illiez (LATELTIN 1988).

Au-dessus du flanc normal de la nappe, les GT de la Lizerne et de Derborence sont rattachés à l'écaille d'Ardon (JEANBOURQUIN sous presse a). Dans le flanc renversé, une étude préliminaire (travail en cours) nous conduit à grouper les GVI dans une écaille parautochtone séparée de la nappe de Morcles (solution

de BADOUX *et al.* 1971).

L'âge oligocène inférieur probable de ce flysch reste quelque peu spéculatif en raison des incertitudes liées aux outils biostratigraphiques (cf. appendice B de JEANBOURQUIN sous presse a). Cependant, l'étude de la biostratigraphie par les nannofossiles montre une légère diachronie des dépôts des flyschs helvétiques. Les données obtenues sont NP 18-19 pour les "Pectinitenschiefer" de la nappe du Wildhorn (JEANBOURQUIN sous presse b), NP 21 pour GT Ardon-Diablerets, NP 22 (ou év. NP23-24 ?) pour les GVI Parautochtones (LATELTIN 1988).

2. 2. Interprétation du flysch nord-helvétique

L'accumulation de ces sédiments marque une importante subsidence du bassin nordhelvétique (progressant vers le NNW) qui est interprétée par HOMEWOOD et LATELTIN (1988) comme une réponse de la lithosphère à la surcharge créée par l'empilement des nappes alpines (flexure crustale).

La répartition spatiale des formations caractéristiques du bassin (GT, GVI) nous conduit :

- à supposer un angle assez important entre l'allongement principal du bassin et les futurs chevauchements de l'Helvétique (fig. 4),

- à interpréter le front et le dos de la nappe de Morcles comme étant un haut-fond (relatif) du bassin tertiaire nordhelvétique (fig. 5) durant le dépôt des GT (et peut-être des GVI), soit probablement au début de l'Oligocène.

3 - LE MÉLANGE SUPRA-MORCLES (MSM)

Comme toutes les unités ultrahelvétiques sont plissées passivement avec les nappes helvétiques, on propose de les regrouper dans un mélange supra-helvétique (ou suprahelvétique = MSH, fig. 3) et dans le cas de la nappe de Morcles, dans un mélange supra-Morcles (/Parautochtone = MSMP, ou pour simplifier MSM). Cette démarche est nécessaire pour deux raisons. Premièrement, il faut éviter la confusion engendrée par des termes consacrés par l'usage mais dont le sens est souvent variable, par exemple "ultrahelvétique", "wildflysch", "nappe de la Plaine Morte" (JEANBOURQUIN sous presse a). Deuxièmement, de la vallée de Rhône aux Plans-sur-Bex, il est impossible d'associer précisément les mélanges à un substratum. Il faut cependant remarquer qu'aucun MSM n'est observé sous le flanc inverse de la nappe de Morcles (au sud de la Croix de Javerne, BADOUX *et al.* 1971). Cette répartition cartographique des mélanges ainsi que la similitude de leurs caractères de terrain (sédimentaires et tectoniques) incitent à les regrouper dans un mélange supra-Morcles (MSM).

Ce dernier est subdivisé en une partie inférieure, qui regroupe les unités autrefois nommés "nappes

d'Anzeinde et de la Plaine Morte" et une partie sommitale, plus difficile à délimiter (principalement en raison de l'importante couverture quaternaire). Cette partie sommitale contient essentiellement les roches triasiques et liasiques de la nappe de Bex, des schistes du Jurassique moyen de la nappe d'Arveyes, des lambeaux de flysch et de roches dont l'attribution est incertaine (klippe de Bovonne). Elle correspond très grossièrement au mélange suprahelvétique moyen dans le Val d'Iliez (JEANBOURQUIN *et al.* 1992).

Le MSM a été recouvert tardivement par l'ensemble des nappes helvétiques (Diablerets et Wildhorn). Durant leur translation, elles ont entraîné des lambeaux de roches diverses que nous avons regroupés, près de Derborence, dans un mélange infra-Diablerets ou MID (JEANBOURQUIN sous presse a).

Depuis le travail de GABUS (1958), l'essentiel des données présentées ci-dessous est connu; cependant, certains points méritent d'être rappelés ou précisés.

3. 1. La nappe d'Anzeinde

On attribue à la nappe d'Anzeinde des lambeaux de série mésozoïque comprenant des roches d'âge callovo-oxfordien à Crétacé supérieur (Aptien-Albien à Santonien suivant les cas: fig. A3 de JEANBOURQUIN sous presse a). Ces lambeaux apparaissent toujours en position supra-helvétique, supra-Wildhorn dans la dépression du Rawyl, supra-Morcles ou Parautochtone de part et d'autre de la vallée du Rhône et supra-Autochtone dans les Préalpes Bordières (Faucigny, Pléiades, Montsalvens, ANATRA *et al.* 1980, ANATRA 1986).

A la base de la nappe d'Anzeinde, les marnes à nodules oxfordiennes constituent le niveau de décollement principal. Cependant, il n'est pas rare que la surface basale de la nappe traverse la série (rampes), ignorant la compétence des formations, pour atteindre le Jurassique supérieur, voire le Néocomien (exemple: la région du Roc à l'Aigle - La Motte - Tour d'Anzeinde).

A l'échelle de l'affleurement, les alternances marno-calcaires de l'Argovien sont souvent disloquées par des mouvements cisailants; elles forment alors une "broken formation" (coordonnées CNS, feuilles 1285 ou 272: 572300/123400, 1200 m).

Les témoins des terrains du Crétacé supérieur (depuis le Turonien) manquent dans la nappe d'Anzeinde, mais on les retrouve toujours en blocs dans l'unité chaotique sous-jacente où ils sont très fréquents (ANATRA 1986).

La taille de la nappe d'Anzeinde est relativement importante (10-15 km x ? x 0,2-1 km); elle doit être considérée comme un tout car les petits chevauchements qui la découpent en écailles imbriquées (entre Derborence et Solalex), sont des éphémères tectoniques tardifs.

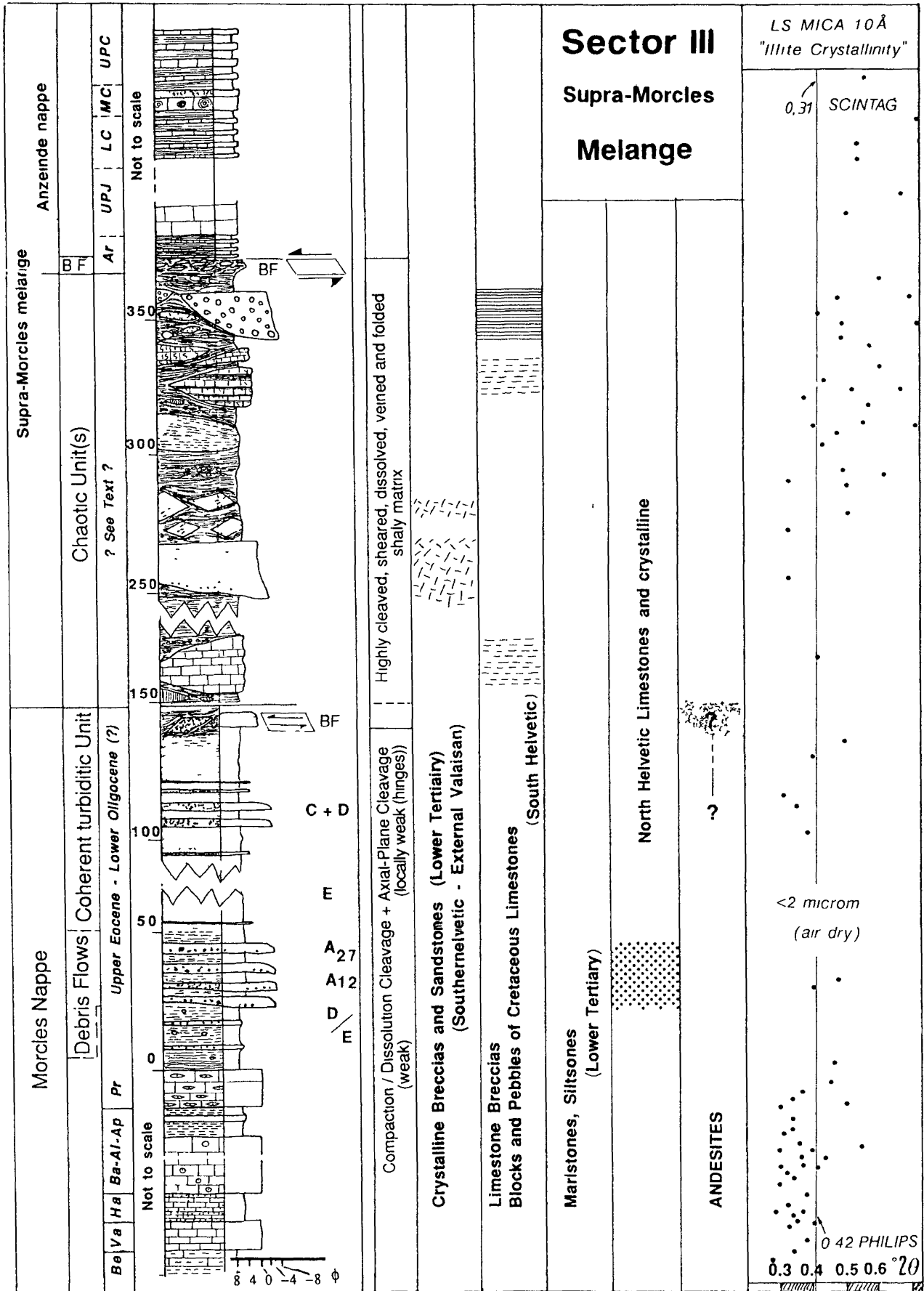


FIG. 4 - Colonne lithostratigraphique des sédiments tertiaires de la nappe de Morcles et des mélanges associés (mélanges supra-Morcles/Parautochtone) avec la répartition schématique des éléments et la cristallinité de l'illite (diverses variétés de roches, matrices du mélange), valeurs Philips corrélées Scintag.

3. 2. L'unité chaotique du mélange supra-Morcles inférieur (fig.4)

3. 2. 1. Les blocs

L'unité chaotique forme un coussinet sous la nappe d'Anzeinde. Les blocs sont en général simples, par exemple formés d'un seul type de roche. Les seules lentilles composites, décrites par ACKERMANN (1979) sous la Tour d'Anzeinde à Solalex, doivent être interprétées comme des écailles de la nappe d'Anzeinde, résultant de complications tectoniques (même assez tardives) au coeur du pli frontal de l'Argentine.

La taille des éléments va du millimètre à environ 200 mètres, mais les grands blocs sont rares. GABUS (1958) donne un excellent inventaire des blocs. Celui-ci a été complété ou précisé par le matériel d'ACKERMANN (1979) et par celui récolté pour le projet FNSRS 2-265. Le matériel des blocs est, par ordre de fréquence:

- pour la plupart des calcaires fins du Crétacé supérieur, principalement Turonien-Maastrichtien inférieur, étages qui manquent actuellement dans la nappe d'Anzeinde.

Plus rares sont les éléments de calcaire microsparitique gris sombre (à *Jeremmina pfenderae*) ou de spiculites, attribués sans certitude aux Couches de Wang (Maastrichtien);

- de fréquents éléments de calcaires fins clairs, parfois tachetés, probablement du Crétacé inférieur "ultrahelvétique" (souvent riches en spicules d'éponge);

- des roches du Jurassique supérieur (indifférencié) peu fréquentes en apparence, origine "UH";

- de rares faciès du Crétacé moyen "UH", rares probablement parce que difficiles, voire impossibles à reconnaître, notamment les schistes noirs du Gault;

- une brèche à éléments de Malm essentiellement, Crétacé inférieur et, subordonnés, des phosphatites à Protoglobigérines et Radiolaires, ainsi que de petits morceaux de marnes à Globigérines et des Nummulites indépendantes dans la matrice (Eocène moyen? à sup?); ce conglomérat semble lié à la matrice silto-argileuse du wildflysch;

- des grauwackes calcaires avec, à côté des bioclastes (Nummulites, Discocyclines, Lithothalmiées, Amphistégines, Globotruncanas remaniées...), des éléments cristallins, parfois très abondants, et de rares clastes volcaniques. Ce ne sont pas des grès du flysch helvétique. Eocène supérieur (?) de l'UH;

- des calcarénites à matériel de plate-forme tertiaire avec un faible pourcentage de lithoclastes (Jurassiques sup.-crétacé inf.?) et environ 10% de matériel cristallin (beaucoup de quartz mono- polycristallin), e.g. Six Blanc;

- des grès calcaires faiblement polygéniques

(gravelles ankéritiques oranges) et bio-calcarénites gréseuses, Eocène sup. de l'"Ultrahelvétique";

- des grès cristallins moyens à grossiers, à matrice argilo-silteuse avec des zones cataclasées présentant des structures de cisaillement; parfois ces grès contiennent des volcanites acides ce qui pourrait les rapprocher des GT;

- des marnes gréseuses à patine plus ou moins claire qu'il est souvent très difficile de séparer de la matrice;

- après révision et grâce à de nouvelles observations ailleurs dans la zone des cols (qui montrent que certains flyschs "UH" contiennent du matériel volcanique), il semble que les "grès intermittents" de GABUS (1958) ne doivent pas être assimilés aux formations d'avant-pays (GTP ou des GTI) mais aux flyschs "UH";

L'estimation précise de la fréquence des différents types de roches est très limitée, car il est délicat de reconnaître et d'attribuer une roche dans un bloc isolé de son contexte lithostratigraphique. Les microfaciès n'offrent pas toujours la possibilité de déterminer de façon fiable à quelle unité lithostratigraphique il faut rattacher le bloc.

3. 2. 2 La matrice

La matrice du MSM inférieur est hétérogène. En général, elle est faite de schistes noirs moirés souvent très friables (analogues aux "scaly clays" ou "argille scagliose"). Lorsque les déformations tardives sont faibles, on peut observer :

- des schistes sombres ubiquistes, avec des silts et des passées riches en veines de calcite (planche II E et F); ces schistes présentent en général une orientation associée au cisaillement (par exemple planche II G et H);

- des passées de flysch fin, sombre, avec des minces bancs de grès fins, parfois en alternance avec des niveaux argileux. La régularité des strates est souvent perturbée par le cisaillement et on observe un passage graduel à une roche chaotique monomictite (= formation ou flysch dissociés = "broken formation"). Dans certains cas ces perturbations sont de nature sédimentaire (slumping) alors que dans d'autres situations les causes principales apparaissent plutôt comme "tectoniques" (cisaillement, fracturations, veines, Pl. I D);

- des paquets de marnes sombres présentant parfois déjà deux clivages schisteux. En général ces marnes sont soit tertiaires, soit oxfordiennes. GABUS (1958) a même observé par places des blocs crétacés dans des marnes oxfordiennes à la base d'Anzeinde;

- des boues conglomératiques (Gravelly Muds) et des conglomérats boueux (Muddy Gravels) à matériel surtout éocène (Ech. 8969, cf. appendice C, planche I A-C et planche II A-B). Ces derniers passent aux schistes noirs par intensification progressive du clivage de dissolution. L'aspect est proche de certaines marnes

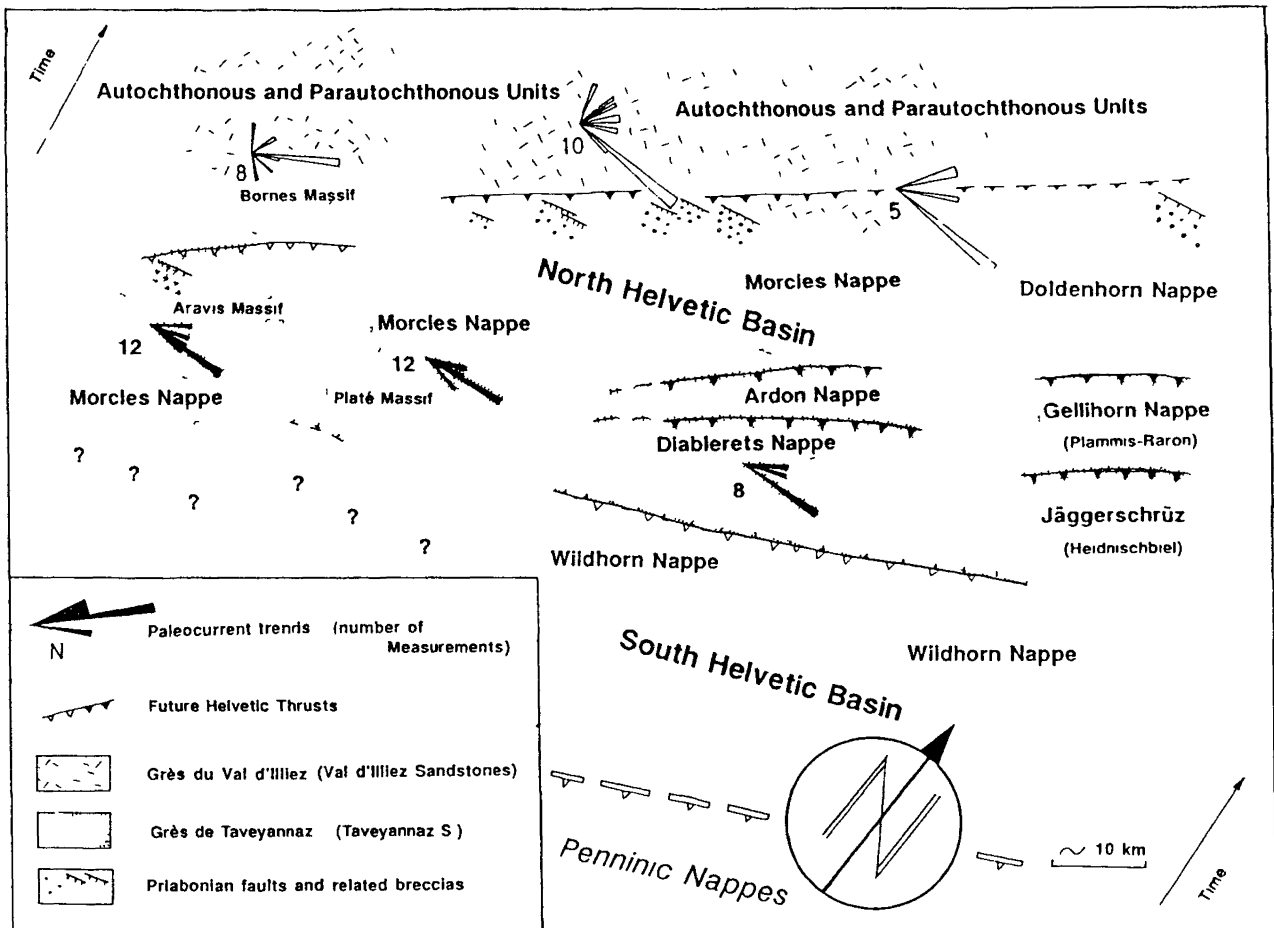


FIG. 5 - Cadre paléogéographique des sédiments turbiditiques tertiaires du bassin nord-helvétique sur lesquels on peut observer les mélanges suprahelvétiques.

à globigérines (types chaotiques) mais le faciès est inhabituel, car il est plus gréseux et sa composition planctonique est inhabituelle (communic. orale WERNLI 1989).

Les limites de la matrice sont très difficiles à définir précisément.

- Sur le terrain, le contact entre les schistes de la matrice et les blocs de calcaire marneux est souvent graduel. Cette observation laisse penser qu'une partie des schistes noirs matriciels peut découler de la dissolution d'éléments marno-calcaires. Cette hypothèse est corroborée par certaines déterminations de nanofaune dans la matrice qui nous ont donné des âges crétacés.

- Au microscope, la question se pose parfois de savoir si la matrice est vraiment un sédiment originel ou le mobilisat de grains d'un ancien sédiment (cet aspect, qui m'a toujours fortement dérangé, a été soulevé indépendamment par R. Wernli, de Genève, lorsqu'il déterminait les foraminifères, comm. écrite).

Dans les endroits où les boues graveleuses sont partiellement préservées, elles présentent souvent des clastes allongés et orientés. Cette orientation, discordante par rapport à la schistosité régionale de la nappe de Morcles, est subparallèle aux surfaces des strates de la nappe de Morcles (planche I A et C,

planche II A). Cette caractéristique capitale est l'objet d'un travail en cours, cependant elle mérite un petit développement préliminaire.

Structure interne du Mélange supra-Morcles.

Aux plis de la nappe de Morcles est associée une schistosité bien marquée dans les flancs, plus discrète dans les charnières. Ce clivage de dissolution est ubiquiste dans les roches de la nappe. Dans le mélange il est difficile à mettre en évidence à cause de l'hétérogénéité du matériel. Lorsqu'il est observable, il recoupe une ancienne orientation marquée par :

- un allongement des clastes dans les roches de type "pebbly" (Pl. I A, I B, I C, II A);
- un allongement des blocs dans les roches cisailées comme les "broken formations" ou les flyschs dissociés (Pl. I D);
- un clivage de dissolution localement important (Pl. II B);
- des veines de calcite parfois plissées par des microplis à surface axiale parallèle à l'orientation.

Comme la description et l'interprétation de cette déformation précoce est en cours, on se bornera à présenter l'hypothèse de travail suivante: ces déformations seraient associées à la mise en place des Préalpes sur l'Helvétique. Elles résulteraient de

processus tels que "grain breakage", "particulate flow" et même "cataclastic flow" en relation avec des fluides sous pression, phénomènes connus dans les prismes d'accrétion actuels.

3. 3. Ages biostratigraphiques dans le mélange Supra-Morcles

GABUS (1958) date le flysch de la Plaine Morte par l'élément le plus jeune, soit un banc de grès à *Nummulites cf. tchihatcheffi* d'ARCH., Eocène supérieur, Priabonien.

ACKERMANN (1979), dans des marnes sombres du wildflysch (Ech TA02 577570/126300, 1800 m), a trouvé:

- des foraminifères planctoniques: *Acarinina subbotina* (Eocène inférieur et moyen) ainsi que *Globigerina eocaena* s.l. (Eocène à Oligocène inf.);

- du nannoplancton (*Fasciculites* sp., *Discoaster* cf. *multiradiatus*) de la zone NP9 (Paléocène - Eocène, il se peut que ce soit un bloc, impossible à différencier de la matrice).

L'échantillon 8869B est un pebbly mudstone très peu déformé qui, sur l'affleurement, passe en continu à la matrice déformée du wildflysch. Il a fourni: *Nummulites* sp., *Lepidocyclina* sp., *Astérocyclina* sp., *Globigerina* ou *Acarinina* épineuses, petits *Bulloides* hyalins, petits planctoniques, spicules, entroques, dents; ceci donne un âge Eocène moyen à supérieur (voire postérieur). La nannofaune (*Dictyococcites dictyodus*, *Reticulofenestra umbilica*, *Ericsonia fenestrata*, *Criboecentrum reticulum*, *Cyclococcolithus formosus*, *Discoaster barbadiensis*) est de l'Eocène moyen (NP17) au moins.

4. - ANALYSE DIFFRACTOMÉTRIQUE DES FRACTIONS ARGILEUSES FINES

L'analyse minéralogique des fractions argileuses fines, décarbonatées et orientées, a été effectuée pour définir le degré de métamorphisme (fig. 4, 6 et 7). Simultanément, on a déterminé le chimisme des micas et des chlorites.

L'échantillonnage a été fait dans le mélange supra-Morcles et dans la nappe de Morcles, sur un large éventail de roches (75 échantillons) que nous avons regroupées dans le tableau I.

- La préparation des échantillons pour l'obtention des fractions fines décarbonatées orientées pour l'analyse de minéraux argileux par la diffraction X, a été effectuée selon les méthodes mises au point par RUMLEY & ADATTE (1983) et KUBLER (1987), utilisées en routine au laboratoire de minéralogie, pétrographie et géologie de l'Université de Neuchâtel (LMPGNE). La fraction argileuse fine a été séparée en deux parties (<2 et 2-16 micromètres). La diffraction X a été effectuée sur les deux fractions d'abord

simplement séchées à l'air (AD), puis après saturation à l'éthylène glycol (GLY) pendant 12 heures pour la fraction < 2 micromètres.

- L'appareillage utilisé est un SCINTAG XDS2000 à anticathode de cuivre (Lambda : 1.54059 Å), avec un détecteur à cristal de Ge (éliminant KB). Pour la mesure, l'appareil a été réglé à 45 kV, 40 mA, avec des fentes de réceptions de 0.5 et 0.3 mm. La vitesse du goniomètre est de 2°/min. Les données sont stockées sur un ordinateur (Microvax), puis traitées par un programme qui élimine Ka2 par transformée de Fourier et qui effectue un lissage du bruit de fond par calcul également.

Les données ainsi que des graphes complémentaires peuvent être obtenus au LMPGNE de l'Université de Neuchâtel (Doris Goy-Eggenberger).

4. 1. Les méthodes utilisées et résultats

4. 1. 1. Mesure de la largeur de Scherrer (LS) ou "cristallinité", ou indice d'aigu (IA) ou encore indice de Kübler (IK) (KÜBLER 1964, 1967a, b, c, 1968, 1969, KÜBLER *et al.* 1974, 1979) sur la première réflexion du mica (10Å).

Comme les mesures d'indice d'aigu (IA) ont été effectuées sur deux appareils, une corrélation a été faite grâce au passage de 85 échantillons sur les deux appareils (courbe de corrélation: tableau II). Par cette méthode, on évalue l'augmentation du degré de

TABLEAU I: Description des roches analysées par diffractométrie.

Front de la nappe de Morcles

- a. calcaires fins (Barrémien) et calcarénites de l'Urgonien (13 échantillons);
- b. calcaires siliceux de l'Hauterivien et calcaires marneux du Valanginien (15 échantillons);
- c. Marnes à globigérines, schistes fins et silts, peu carbonatés, plus ou moins micacés de l'Eocène supérieur/Oligocène inférieur (9 échantillons);
- d. calcaires à nummulites, plus ou moins marneux, de l'Eocène supérieur (4 échantillons);

Mélange supra-Morcles

- e. blocs de calcaires fins, jurassiques sup. et crétacés (5 échantillons);
- f. blocs de roches détritiques fines gréseuses, en général tertiaires (4 échantillons);
- g. matrice schisteuse sombre, divers faciès décrits ci-dessus (17 échantillons);
- h. calcaires fins du Crétacé inférieur et du Jurassique supérieur de la nappe d'Anzeinde (8 échantillons).

métamorphisme.

Résultats (fig. 5).

- Les valeurs obtenues pour les roches du mélange supra-Morcles se trouvent pour la plupart dans le domaine de la diagenèse. On note également une grande dispersion des points, fait caractéristique du faible métamorphisme de cet ensemble.

TABLEAU II: corrélation des valeurs diffractométriques.

$$LS \text{ SCINTAG} = LS \text{ PHILIPS} \times 0.7903 - 0.0249$$

$$R = 0.961$$

$$\text{Epizone - Anchizone: } 0.17 \text{ SCINTAG} = 0.25 \text{ PHILIPS}$$

- Les échantillons prélevés dans le front de la nappe de Morcles se situent pour la plupart dans l'anchizone. Les valeurs présentent une moindre dispersion. Cette indication est confirmée par la présence de stilpnomélan (forte réflexion à 12 Å) dans les calcaires siliceux de l'Hauterivien et dans les calcaires de l'Urgonien, ce minéral étant généralement admis comme minéral index du milieu de l'anchizone (FREY *et al.* 1973).

Par comparaison, les échantillons des racines de la nappe montrent des valeurs de LS épizonales (GOY-EGGENBERGER & KÜBLER 1990), conditions métamorphiques également attestées par la présence de chloritoïde (BURKHARD 1988).

4. 2. Recherche des interstratifiés gonflants.

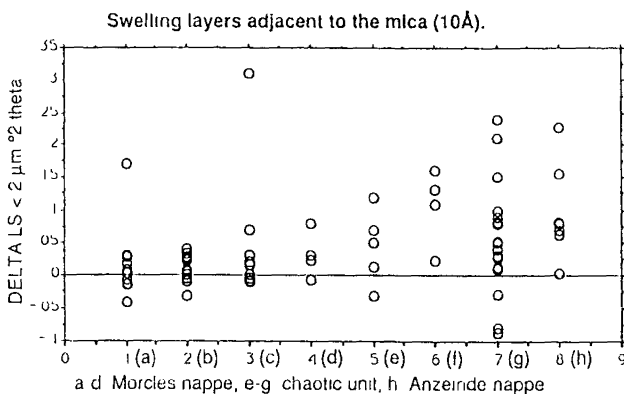


FIG. 6 - Evaluation des couches gonflantes associées au mica: Deltas LS des différentes roches étudiées; a-h = roches du tableau I.

Ils sont repérés grâce au glycolage des préparations et à la mesure du premier pic du mica (10 Å) avant et après glycolage (Delta LS = LS(AD) - LS(GLYCOL)).

Résultats (fig. 6).

Dans la nappe de Morcles, les interstratifiés gonflants sont pour la plupart du temps en trop faible quantité pour que l'on puisse les déterminer avec précision. Une exception est rencontrée dans les calcaires urgoniens où un interstratifié muscovite-smectite (rectorite) est déterminé partout dans la nappe (racines, front et flanc normal). La rectorite subsiste donc jusque dans l'épizone où la plupart des interstratifiés, qui forment l'asymétrie du mica, ont disparu (GOY-EGGENBERGER & KÜBLER 1990).

Dans le mélange supra-Morcles les interstratifiés sont en quantité nettement supérieure dans pratiquement toutes les roches

4. 3. Cristallinité de l'"illite" (LS) en fonction du rapport I001/002.

Ce type de diagramme permet de mettre en évidence le changement de chimisme en fonction du degré de métamorphisme.

Résultats (Fig. 7)

Ces diagrammes font à nouveau ressortir la diminution des valeurs de LS entre le mélange supra-Morcles (Anzeinde - Plaine-Morte dans la diagenèse), les roches du front de la nappe de Morcles (anchizone) et les racines (épizone). Le rapport 001/002 ne présente d'évolution sensible que dans la nappe de Morcles, entre le front et les racines avec une évolution de composition du domaine des phengites vers celui des muscovites.

4. 4. Rapports des intensités basales des micas et des chlorites.

Ils ont été étudiés avec, respectivement, la méthode de REY-KÜBLER (1982) et celle de OINUMA, SHIMODA & SUDO (1972).

Résultats

Pour les micas, tous les échantillons prélevés dans la nappe de Morcles et dans le mélange supra-Morcles, sont situés dans le domaine des illites-phengites.

Par contre avec l'augmentation du métamorphisme, il y a migration des points vers le pôle muscovitique comme le montre les échantillons des racines de la nappe de Morcles (épizone, GOY-EGGENBERGER & KÜBLER 1990).

Pour les chlorites, les roches de l'unité chaotique du mélange supra-Morcles inférieur montrent une tendance de composition des chlorites qui se rapproche

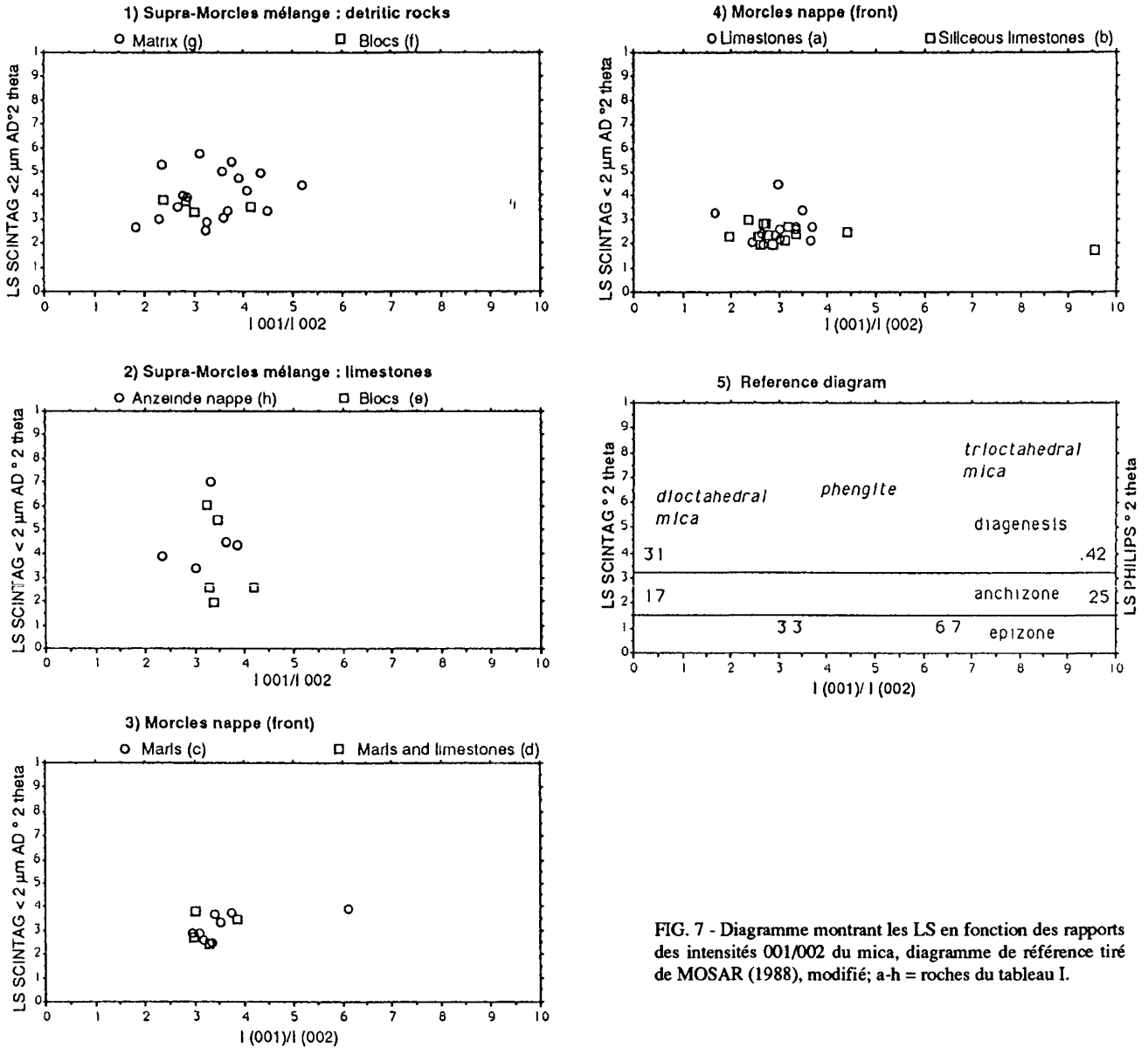


FIG. 7 - Diagramme montrant les LS en fonction des rapports des intensités 001/002 du mica, diagramme de référence tiré de MOSAR (1988), modifié; a-h = roches du tableau I.

du pôle ferro-magnésien.

Dans la nappe de Morcles les valeurs présentent une tendance très alumineuse notamment pour certains calcaires micritiques.

D'une manière générale, ces différences semblent être liées plus à la composition de la roche qu'à l'augmentation du métamorphisme : les calcaires contiennent des chlorites plutôt alumineuses alors que les schistes présentent des chlorites ferro-

magnésiennes.

5. - DISCUSSION

Le mélange supra-Morcles, séparé des sédiments chaotiques priaboniens par le flysch nordhelvétique, montre des caractères qui relèvent autant de processus tectoniques que sédimentaires et dont les traits principaux doivent être discutés.

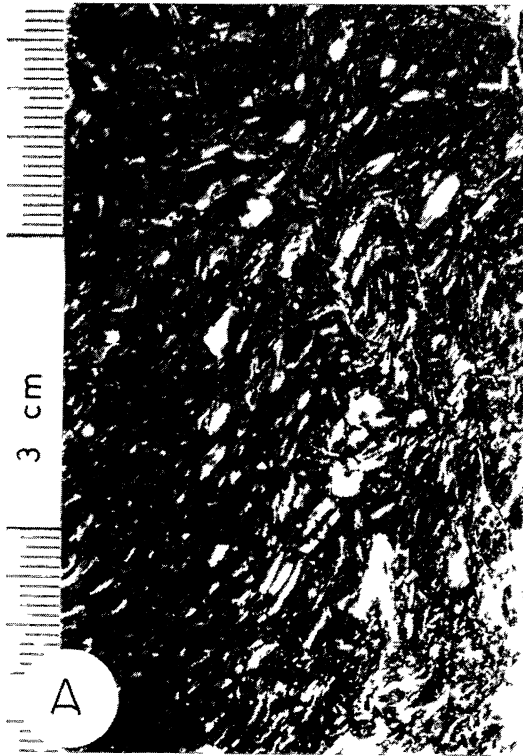
PLANCHE I

A - Type de matrice de l'unité chaotique du mélange supra-Morcles: section sciée et polie de boue graveleuse (Gravelly mud) avec clastes orientés, le clivage de dissolution (souvent cisailant) lié aux plis de la nappe est ici légèrement discordant par rapport à l'orientation des clastes. Ces derniers contiennent beaucoup de calcites fissurales présentant parfois des traces de déformation (échelle: 1 unité = 1 millimètre).

B - Section sciée de boue graveleuse, clastes peu orientés, la roche est faiblement affectée par le clivage de dissolution tardif (échelle: 1 unité = 0,5 millimètre).

C - Boue graveleuse peu déformée à l'affleurement, les clastes sont orientés et leur orientation est ici presque perpendiculaire au clivage des plis synschisteux.

D - Flysch dissocié; alternance silto-gréseuse disloquée par le cisaillement, déformation essentiellement cassante avec migration importante des fluides.



5. 1. Aspects sédimentaires du MSM inférieur

1 - *Le matériel recyclé* dans le mélange est différent, sous bien des aspects, de celui de la sédimentation turbiditique du bassin nord-helvétique (GT-GVI); par exemple, le matériel ophiolitique des GVI et du sommet des GT (diabases, dolérites, basaltes, radiolarites), considéré comme le témoin de l'arrivée des nappes préalpines supérieures, n'a jamais été clairement retrouvé dans le mélange supra-Morcles (cf. ci-dessus et aussi à Derborence, JEANBOURQUIN sous presse a). Parallèlement, le caractère turbiditique bien marqué de la sédimentation (GT, GVI) ne se poursuit pas dans le mélange.

Ces particularités ne sont pas l'exclusivité du mélange supra-Morcles. Elles peuvent être étendues à tous les mélanges suprahelvétiques, tout particulièrement lorsque ceux-ci reposent sur les GT ou les GVI (JEANBOURQUIN *et al.* 1992, JEANBOURQUIN sous presse a et b, en prép.).

Il faut encore rappeler que la série lithostratigraphique conservée dans la nappe d'Anzeinde est très proche de celle observée dans les régions méridionales de la nappe du Wildhorn en Valais.

2- *La matrice* est constituée de schistes sombres dans lesquels on peut différencier trois types majeurs.

- Le plus commun est un flysch constitué de schistes sombres avec, par places, de minces bancs de grès fins ou de silts à patine gris sombre ou rouille. Ce flysch est différent des sédiments turbiditiques de l'avant-pays (GT, GVI) et son origine reste incertaine. L'hypothèse la plus vraisemblable est celle de son appartenance à un domaine valaisan plus ou moins externe (JEANBOURQUIN & BURRI 1991).

- Un type moins fréquent est représenté par des boues graveleuses ("gravelly muds" ou "muddy gravels", planche I ABC, II AB).

- Un autre type est donné par des marnes silteuses de type marnes à globigérines ou "Fleckenmergel". Souvent, on ne peut pas savoir si ces roches constituent réellement la matrice ou si ce sont des blocs.

D'une manière générale, il est encore impossible d'évaluer les proportions de chaque type, ainsi que l'importance volumétrique de la sédimentation chaotique.

Les faits précis qui permettent de reconnaître les sédiments chaotiques originels ("debris flows") sont rares : ce sont les boues graveleuses (gravelly mud and muddy gravels) et quelques conglomérats. De plus, ils n'autorisent pas une distinction nette entre les divers processus comme on le verra ci-dessous pour les boues chaotiques.

5. 2. Aspects tectoniques du MSM inférieur

Les mélanges supra-helvétiques sont déformés et plissés plus ou moins passivement avec les nappes helvétiques, ce qui prouve leur mise en place précoce sur le domaine helvétique (LUGEON 1901 et 1918). A cause de cette superposition, les déformations précoces du MSM sont extrêmement difficiles à mettre en évidence dans les Alpes.

De plus, d'une manière générale, il est très difficile de déterminer si une déformation précoce est de nature "tectonique" ou "sédimentaire" ainsi que de trouver des critères de terrain pour les distinguer (LUCAS & MOORE 1986).

Les indices suivants témoignent d'une déformation plus ou moins cassante dans le mélange supra-Morcles avant le plissement de la nappe (travail en cours):

- structure interne du mélange avec orientation des blocs (galets et granules) antérieure au plissement de la nappe de Morcles (à n'importe quelle échelle),
- éléments veinés avec des calcites apparemment déformées, tissu de veines envahissant les schistes,
- boudinage cassant dans les grès, grès cataclasés, cisaillement dans les argiles ("scaly clays").

Dans la matrice du mélange supra-Morcles, bien des aspects peuvent encore être expliqués par de phénomènes tectoniques :

- le cisaillement d'alternances argilo-gréseuses ou marno-calcaires (broken formations) donne des complexes chaotiques monomictes,

- le broyage et l'écoulement (plus ou moins cataclastique dans certains cas) en présence de fluides sous pression. Ces processus peuvent donner naissance à des boues graveleuses, notamment en relation avec l'échappement de fluides (dewatering) auquel est associée une remobilisation des grains (WILLIAMS *et al.* 1984),

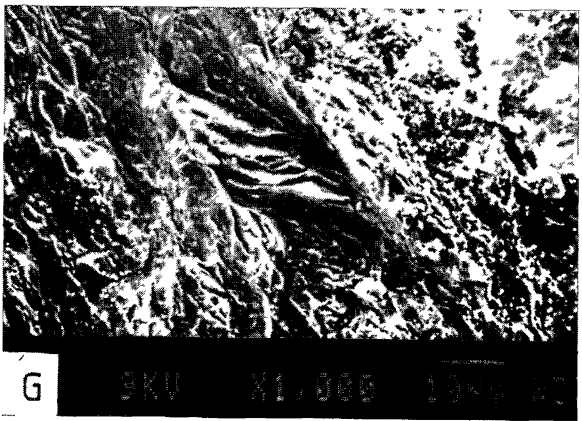
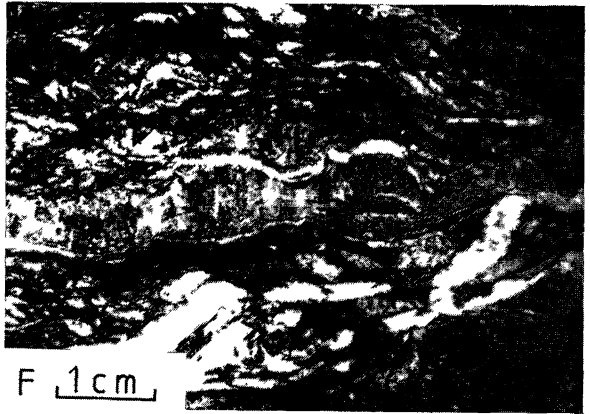
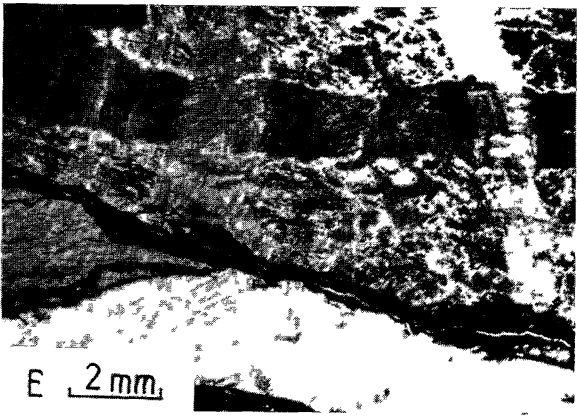
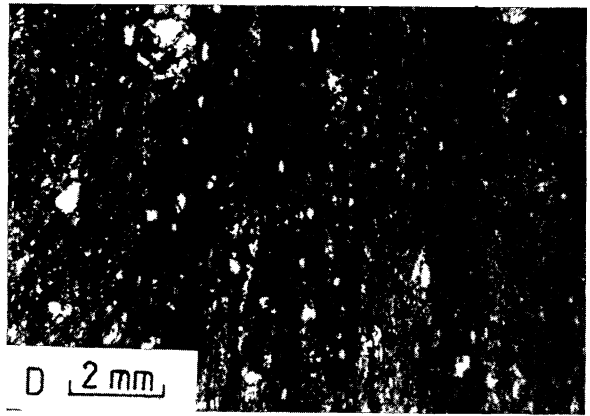
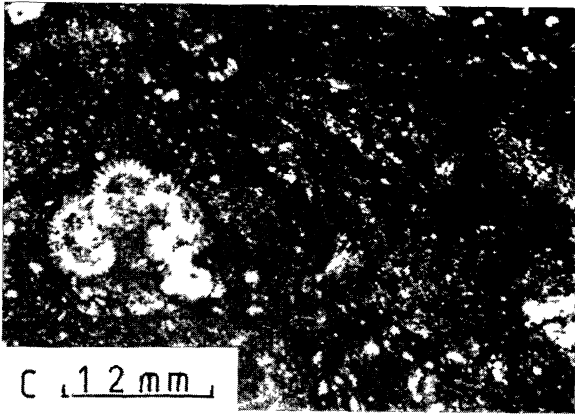
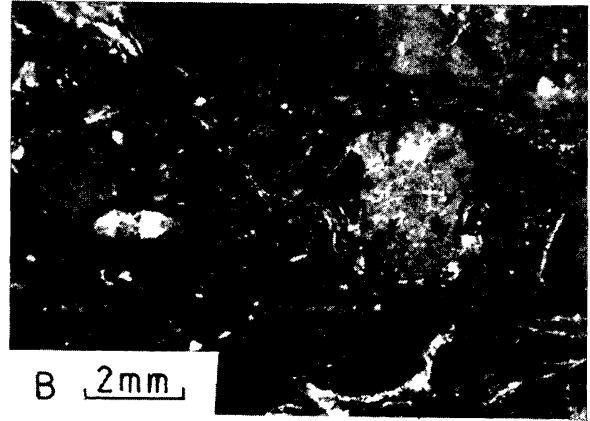
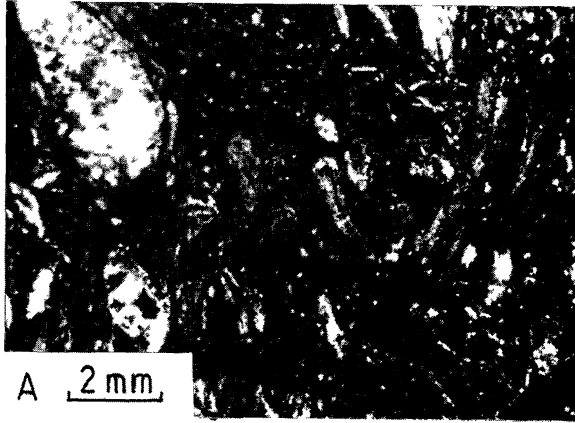
PLANCHE II

A et B - Vue microscopique des faciès A et B de la Planche I.

C et D - Type de matrice de l'unité chaotique du mélange supra-Morcles: calcisiltite peu déformée, à globigérines (C) et développement hétérogène du clivage de dissolution (D).

E et F - Type de matrice de l'unité chaotique du mélange supra-Morcles: schistes noirs avec cisaillement et fracturation hétérogènes. E - le clivage des plis synchistoux de la nappe de Morcles et les veines associées (subverticales) affectent un sédiment fin cataclasé et "éclaté" (tissu de veinules de calcite). F - Déformation en "Pinch and Swell" de petits lits silto-gréseux avec calcite laiteuse dans les enlacements ("pinchs"), veines de calcite parallèles au clivage et cisaillement.

G et H - Orientation et cisaillement des argiles dans les matrices, observés au microscope électronique à balayage.



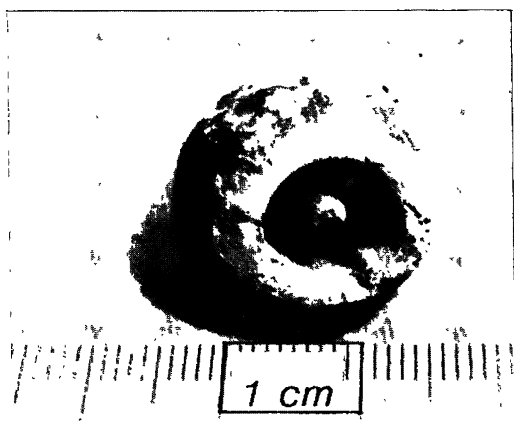


FIG. 8 - Exemple de concrétion (?) découverte dans l'unité chaotique du mélange supra-Morcles inférieur.

- la déformation par dissolution et cristallisation (DMT: deformation mass transfer, KNIPE 1986) est probablement très importante dès les premiers mouvements comme en témoigne la fréquence et la variété des veines. La dissolution de certains blocs marno-calcaires crétacés ou tertiaires, lorsqu'elle est suffisamment poussée, peut fournir une certaine part des schistes noirs matriciels comme en témoignent les contacts graduels blocs/matrice ainsi que certaines datations dans les matrices);

- l'incorporation de blocs crétacés dans les marnes noires oxfordiennes (GABUS 1958),

- dans certaines parties fines de la matrice, on a même observé de curieuses formes (fig. 8) que l'on peut comparer aux concrétions résultant d'exhalaisons de fluides sur les pentes de certains prismes d'accrétion (LA VERNE & SUESS 1990).

5. 3. Aspects minéralogiques du MSM inférieur en comparaison avec la nappe de Morcles.

L'analyse diffractométrique montre une répartition différenciée des LS entre les racines (épizone) et le front de la nappe de Morcles (anchizone) (GOY-EGGENBERGER & KÜBLER 1990); Le métamorphisme, comme normal, prograde du front de la nappe vers ses racines.

Dans la partie frontale de la nappe, on note une différence de composition du mica entre les roches de la nappe (anchizone) et celles du mélange supra-Morcles (diagenèse) alors que théoriquement les deux ensembles devraient montrer des compositions similaires. On peut donc dire qu'il n'y a pas de métamorphisme transporté dans le mélange supra-Morcles inférieur. Cependant, la différence entre LS du mélange et LS du front de la nappe est surprenante puisqu'elle apparaît dans des roches très proches (à quelques mètres les unes des autres) dont on peut penser qu'elles ont évolué dans le même niveau structural puisque le mélange était lié très tôt à sa nappe

durant les déformations helvétiques.

Ce fait nouveau suggère de séparer tectoniquement le mélange supra-Morcles de la nappe de Morcles.

Cette différence, difficilement explicable, pourrait montrer que la cristallisation des minéraux argileux du mélange supra-Morcles a été influencée par les fluides circulant préférentiellement dans le mélange. La source de ces fluides "froids" reste néanmoins énigmatique; on peut imaginer, par exemple, que les fluides des sédiments du bassin d'avant-pays ont été partiellement refoulés vers l'arrière par la surcharge de Préalpes.

5. 4. Données biostratigraphiques dans le MSM inférieur

Les données biostratigraphiques obtenues dans le mélange supra-Morcles/Parautochtone correspondent toujours à des âges plus anciens que ceux des sédiments turbiditiques de la nappe.

Compte tenu des problèmes biostratigraphiques inhérents à cette période du Tertiaire, cette observation est toujours valable pour tous les mélanges suprahelvétiques de Suisse Occidentale, malgré la multiplication des données (qui diminue très sérieusement les soupçons de remaniements).

Il faut rappeler que l'un des âges oligocènes inférieurs-moyens supposés est avancé par WEIDMANN *et al.* (1982) pour le Wildflysch subalpin. Pour ces auteurs, il se déduit du fait que les niveaux inférieurs du Wildflysch subalpin leur semblent être interstratifiés dans des termes de la formation de Cucloz (d'âge oligocène inférieur-moyen). Or, dans cette région, toutes les matrices du mélange suprahelvétique donnent des âges éocènes supérieurs. De plus, il semble que la répétition de la formation de Cucloz à la base du mélange a une origine essentiellement tectonique (travail en cours).

L'autre donnée disponible, fournie par DE LEPINAY (1981), ne date probablement pas l'olistostrome sommital helvétique mais les GVI (au sud du col de la Golèse) et, de plus, elle est basée sur l'absence de nannofossiles typiques de l'Eocène supérieur.

Donc, à l'heure actuelle, les données biostratigraphiques corroborent plutôt une mise en place tectonique. Aucun fait ne permet d'affirmer une continuité sédimentaire entre les séries turbiditiques de l'avant-pays et les mélanges sus-jacents.

6. - CONCLUSION

Comment faut-il voir la genèse du mélange supra-Morcles/Parautochtone?

Est-ce un "olistostrome sommital helvétique" comme le préconise DE LEPINAY (1981), un "olistostrome ultrahelvétique" (BADOUX 1988) ou plutôt une formation tectonique (BAYER 1982)?

Comparé aux sédiments chaotiques du Priabonien localisés dans le flanc inverse de la nappe de Morcles, le MSM inférieur présente des caractères de sédimentation chaotique très ténus, alors que son extension régionale est nettement plus importante.

Les analyses sédimentologiques, biostratigraphiques, structurales et minéralogiques suggèrent une séparation entre la nappe de Morcles et le MSM inférieur; le concept d'olistostrome sommital helvétique se prête mal pour décrire les unités de la zone des Cols sur cette transversale (le succès de cette hypothèse est probablement dû à l'assimilation de sédiments chaotiques des GVI au mélange suprahelvétique, notamment dans les massifs subalpins de Haute-Savoie (synclinal de Thônes, France, JEANBOURQUIN en prép.).

En raison de l'échelle à laquelle ils apparaissent, les faits présentés ci-dessus s'intègrent en grande partie dans une conception essentiellement tectonique du mélange supra-Morcles, et par conséquent du mélange suprahelvétique, sans qu'il soit possible de préciser quelles forces interviennent (forces gravitaires ou poussées tangentielles). Dans les processus de déformation, les fluides jouent un rôle capital:

surpression, échappement, remobilisation. On peut concevoir que ces phénomènes durent peut-être assez longtemps, de l'Eocène supérieur à l'Oligocène moyen-supérieur voire jusqu'au Miocène

REMERCIEMENTS

Nous remercions:

- C. Caron, pour son accueil ;
- R. Mayoraz et M. Septfontaine qui nous ont fourni très aimablement de nombreux renseignements;
- M. Caron (Fribourg), R. Vernli (Genève) et R. Herb (Berne) pour la détermination des foraminifères planctoniques et C. Müller pour celle des nannofossiles;
- le LMPGNE et B. Kübler (Neuchâtel) pour le soutien logistique.
- le fond national suisse de la recherche scientifique pour son appui financier.

Toute notre gratitude va à R. Plancherel pour ses conseils généreux et son soutien amical.

Appendice

Les observations précises et détaillées de GABUS (1958) et d'ACKERMANN (1979) ont servi pour l'essentiel de cette synthèse. Cependant, les figures apportent quelques précisions, notamment dans la description des mélanges.

1-Coupe de l'arête de la MOTTE - LION d'ARGENTINE

L'arête qui descend du Lion d'Argentine en direction de l'alpage de Bovonne est aisément accessible par une courte marche. Les roches du mélange sont bien observables dans les pentes Nord et Sud de l'arête.

Eraillure au nord-est de l'arête. La dissolution de certains blocs marno-calcaires crétacés ou tertiaires, lorsqu'elle est suffisamment poussée, peut fournir une certaine part des schistes noirs matriciels (contacts graduels et datations dans les matrices).

- a - marnes à Globigérines,
- b - marnes noirâtres à lentilles de calcaires du Crétacé inférieur et supérieur d'abord puis uniquement à lentilles de grès rouille à gravelles ankéritiques; le tout est orienté globalement de 68/316,
- c - zone de marnes schisteuses microbréchiques,

Coupe de l'arête

- 1 - calcaire fin à patine gris-beige (Crétacé inférieur?),
- 2 - schistes noirs très fins (matrice?),
- 3 - calcaire fin, légèrement gréseux, attribué au Crétacé inférieur ou éventuellement supérieur, wackestone spongolitique,
- 4 - calcaire fin à patine gris clair et cassure gris foncé avec des zones de conglomérat intraformationnel (Jurassique supérieur),
- 5 - alternance de silts et schistes (marno-micacés), remplissés avec une schistosité subhorizontale,
- 6 - zone chaotique à galets ou blocs de Crétacé, grès type UH dans une matrice de schistes noirs; détail : zone broyée et écrasée en bordure du bloc de Malm (20-50 cm) contenant un calcaire finement spathique gris sombre avec traces de vers (*Jereminella pfenderae*.); wackestone avec *Globotruncana falcostuarti*, plus ou moins recristallisé en microsparite (Couches de Wang, Maastrichtien),
- 7 - Bloc de calcaire fin crétacé supérieur enrobé de matrice localement très broyée sur le flancs,
- 8 - marnes noirâtres clivées, d'aspect peu déformé,
- 9 - zone broyée de schistes plus ou moins bréchiques noirs passant tout à fait graduellement au :
- 9' - grand bloc de calcaire fin du crétacé supérieur (dissolution du cs?),
- 10 - zone de marnes noires légèrement schisteuses

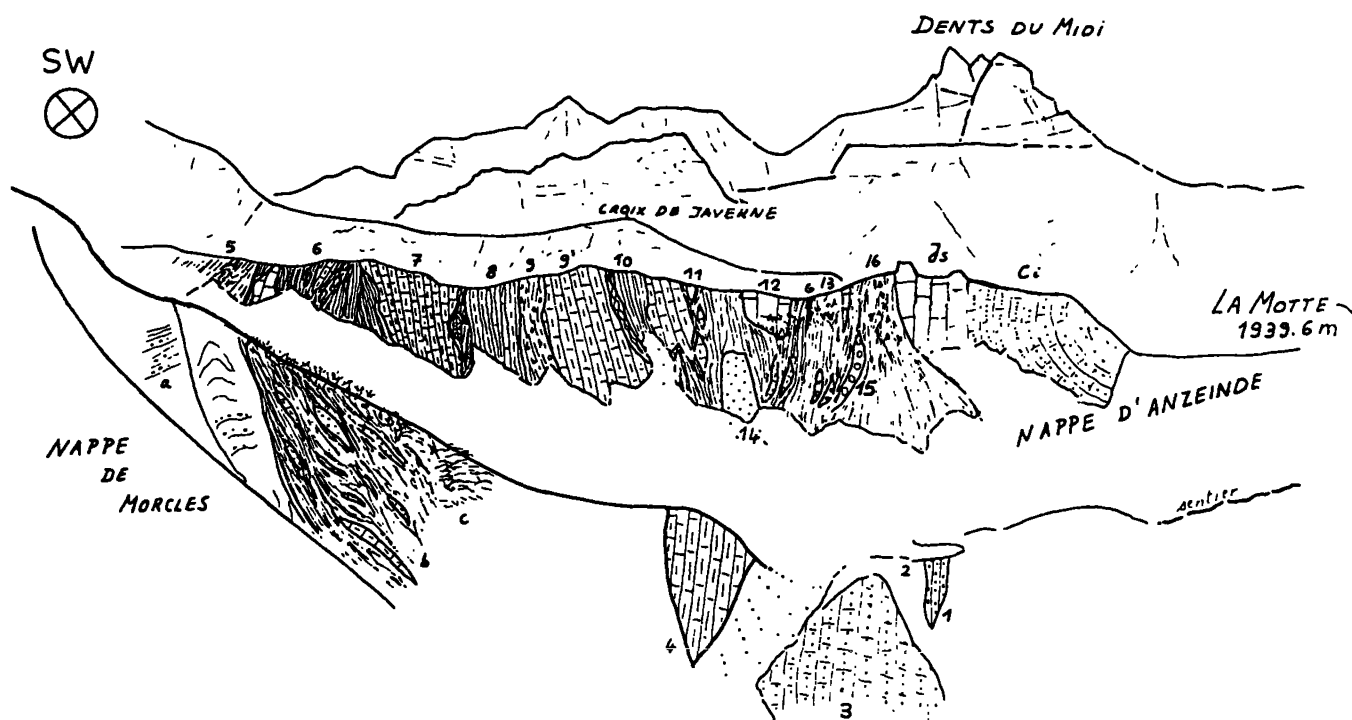


FIG. 9 - Le mélange supra-Morcles à la Motte, vu du Roc du Châtelet.

(matrice ? ou zone de cs très atteinte par la dissolution?),

11 - zone totalement dilacérée de calcaire et argile noir (cs?) avec des grès du flysch UH en lentilles intriquées ("blocks in matrix" ou même "blocks in blocks"),

12 - bloc de calcaire fin du Jurassique supérieur,

13 - matrice de schistes noirâtres avec blocs de CS et des schistes noirs gréseux (Gault ?);

14- grès moyen à gravelles ankéritiques (flysch UH),

15 - conglomérat essentiellement monogénique composé de:

- calcaires micritiques du Jurassique supérieur (95-98%),

- de marnes à globigérines,

- de phosphorite à radiolaires et protoglobigérines,

- de wackestones à débris de test divers et spicules (spiculite),

- de nummulites, bryozoaires et algues rouges. La matrice de ce conglomérat est très rare; elle est composé d'environ 10% de grains de quartz subarrondis dans une pâte argileuse avec quelques grains de glauconie et de chlorite. Certains clastes présentent des franges de calcite fibreuse perpendiculaire aux surfaces de grain. Latéralement, la matrice devient plus abondante et elle semble se fondre avec celle du wildflysch,

16 - matrice de schistes noirs bréchiques (pebbly déformé?) qui passe sans discontinuité discernable au calcaire massif du Jurassique supérieur (formant ici la base de la nappe d'Anzeinde).

Le chemin de la combe sud-est traverse le wildflysch et le contact avec les schistes tertiaires helvétiques se fait par un accident subvertical qu'il est possible de relier à celui de l'éraillure nord. Les éléments sont du même type avec en plus un grès mylonitique (en lame mince, on y observe des zones cataclasées avec des bandes de cisaillement qui limitent des paquets moins affectés par la déformation mais clivés.

2- Profil de la route du Roc à l'Aigle (Du ravin au Nord des Torneresses au point 1168 m. à l'aplomb du Roc à l'Aigle)

Cette coupe est facile d'accès. Le profil est un document brut, transcrit directement du carnet de note (levé par M. Septfontaine avec quelques ajouts de P. Jeanbourquin). Sa position au coeur d'une charnière anticlinale de la nappe de Morcles (pli du Grand Sex au Nord de Pont de Nant) permet d'observer des roches relativement peu affectées par la déformation de la nappe de Morcles à l'échelle de l'échantillon; par contre, l'agencement et le contrôle géométrique sont mauvais en raison des nombreux accidents au sein de cette charnière anticlinale de la nappe de Morcles.

Les traits majeurs sont les suivants.

Les éléments et leur répartition :

- 1 - calcarénites gréseuses à Nummulites, Astérocyclus, Discocyclus, Lépidocyclus?, grandes Assilines, Rotalidés à piliers, *Globorotalia g. cerroadulensis*, *Globigopsis* sp., Lithothamnées contenant des lithoclastes de granites, gneiss, roches volcaniques, biomicrite à Calpionelles;
- 2 - biomicrite du Crétacé inférieur et supérieur;
- 3 - micrites et biomicrites du Jurassique supérieur,
- 4 - grès calcaire, flysch;
- 5 - brèche à éléments cristallins et carbonatés (JS), flysch tertiaire;
- 6 - grès et microconglomérats à éléments cristallins, rares roches volcaniques et ciment carbonaté (50% de sparite).

Abondance des éléments:

- Crétacé supérieur et Jurassique supérieur les plus abondants ("Ultrahelvétique"),
- Crétacé inférieur ("UH"),
- Grès carbonatés à patine rouille ("UH"),
- Microconglomérats à éléments de cristallin vert et roches volcaniques (en général assez carbonatés "UH"),

- Conglomérat submonogénique tertiaire (Eocène moyen?) à éléments de Malm ("UH", éventuellement un microfaciès d'affinité avec les Médianes Plastiques, communication orale de Michèle Caron),

- Crétacé moyen ("UH").

La matrice, localement peu déformée, donne l'impression d'être dérivée de plusieurs roches telles que:

- 1 - des grands paquets silto-marneux (blocs ou lentilles?),
- 2 - des séries avec des alternances gréseuses (peut-être dissociées à l'origine),
- 3 - des roches marno-calcaires du Crétacé (inférieur et supérieur), transformées par la dissolution.

En complément, on peut observer la base de la nappe d'Anzeinde en grimant sous la barre de Malm à l'aplomb du Roc à l'Aigle. L'alternance marno-calcaire de l'Argovien présente un aspect dissocié (Broken Formation) extrêmement difficile à limiter par rapport au mélange sous-jacent.

Références

- ACKERMANN, A. 1979: Etude comparative du Mésozoïque ultrahelvétique de la Tour d'Anzeinde (Préalpes internes vaudoises. Diplôme inéd., Fribourg.
- ANATRA, S. 1986: Les faciès pélagiques de l'Ultrahelvétique entre Arve et Simme. Thèse Univ. Fribourg No.884.
- ANATRA, S., ACKERMANN, A. & HOMEWOOD, H. 1980: Les faciès Ultrahelvétiques du Montsalvens (Préalpes Externes) et de la région d'Anzeinde (Préalpes Internes). *Eclogae geol. Helv.* 73/1, 283-292.
- BADOUX, H. 1963: Les Unités ultrahelvétiques de la Zone des Cols. *Eclogae geol. Helv.* 56/1, 1-13.
- BADOUX, H. 1967: De quelques phénomènes sédimentaires et gravifiques liés aux orogènes. *Eclogae geol. Helv.* 60/2, 399-406.
- BADOUX, H. 1988: L'Ultrahelvétique inférieure en Suisse occidentale. *Bull. Soc. Frib. Sci. nat.* 77, 1/2, 143-152.
- BADOUX, H., BURRI, M., GABUS, J.H., KRUMMENACHER, D., LOUP, G. & SUBLET, P. 1971: Atlas géologique de la Suisse, feuille 58 Dt. de Morcles, carte et notice. *Comm. géol. Suisse.*
- BADOUX, H., GABUS, J.H. & MERCANTON, C.H. 1990: Atlas géologique de la Suisse, feuille 88 Les Diablerets, carte et notice. *Serv. hydrol. géol. Suisse.*
- BAYER, A. A. 1982: Untersuchungen im Habkern-Mélange ("Wildflysch") zwischen Aare und Rhein. *Mitt. Geol. Inst. ETHZ u., Univ. Zürich N.F.* 240, 327p.
- BONNARD, E.G. 1946: Sur l'extension de l'Ultra-helvétique dans la vallée de la Lizeme (Valais). *Eclogae geol. Helv.* 38/2, 345-352.
- BURKHARD, M. 1988: L'Helvétique de la bordure occidentale du massif de l'Aar (évolution tectonique et métamorphique). *Eclogae geol. Helv.* 81, 63-114.
- COWAN, D.S. 1985: Structural styles in Mesozoic and Cenozoic mélanges in the western Cordillera of North America. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 96, 451-462.
- DENNIS, J.G. 1979: International Tectonic Lexicon, Part I: Fundamental Tectonic Terms. IUGS Project No. 100. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- ESCHER, A., MASSON, H. & STECK, A. 1988: Coupes géologiques des Alpes occidentales suisses. *Rapp. géol. Serv. hydrol. et géol. natl.* 2.
- FERRAZZINI, B. 1981: Zur Geologie des Ultrahelvetikums zwischen Adelboden und Lenk, Berner Oberland. Thèse Univ., Beme
- FREY, M., HUNZIKER, J. ROGGWILER, P. & SCHINDLER, C. 1973: Progressive niedriggradige Metamorphose glaukonitführender Horizonte in den helvetischen Alpen der Ostschweiz. *Contrib. Miner. Petrol.* 39, 185-218.
- GABUS, J.H. 1958: L'Ultrahelvétique entre Derborence et Bex. *Matér. carte géol. Suisse n.s.* 106, 47 p.
- GOY-EGGENBERGER, D. & KÜBLER, B. 1990: Résultats préliminaires d'un essai de zonéographie métamorphique à travers les formations calcaires de la Nappe de Morcles. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 70, 83-88.
- HOMEWOOD, P. & LATELTIN, O. 1988: Classic Swiss Clastics, the alpine connection. *Geodinamica Acta* 2 (1), 1-11.
- JEANBOURQUIN, P. sous presse a.: L'"Ultrahelvétique" de Derborence (Valais, Suisse). *Bull. Murithienne, Soc. valais. Sci. nat.*
- JEANBOURQUIN, P. sous presse b.: "Ultrahelvétique" et mélanges sur le dos des nappes helvétiques: nappe des Diablerets et nappe du Wildhorn sur la transversale du Rawil. *Bull. Soc. fribourg. Sci. nat.*
- JEANBOURQUIN, P. en prép.: Les mélanges suprahelvétiques dans le synclinal de Thônes (massifs subalpins, Haute-Savoie, France): une nouvelle hypothèse de travail.
- JEANBOURQUIN, P. & BURRI, M. 1991: Les métasédiments du Pennique inférieur dans la région de Brigue/Simplon - Lithostratigraphie, structure et contexte géodynamique dans le bassin Valaisan. *Eclogae geol. Helv.* 84/2, 463-481.
- JEANBOURQUIN, P., KINDLER, P. & DALL'AGNOLO, S. 1992: Les mélanges des Préalpes internes entre Arve et Rhône (Alpes occidentales Franco-Suisse). *Eclogae geol. Helv.* 85/1.

- KNIFE, R.J. 1986: Deformation mechanism path diagrams for sediments undergoing lithification. In; MOORE, J. CASEY (ed.): Structural Fabric in Deep Sea Drilling Project Cores. Mem. Geol. Soc. Amer. 166, 151-160.
- KÜBLER, B. 1964: Les argiles indicateurs du métamorphisme. Rev. Inst. franç. Pétrol. 19, 1093-1112.
- KÜBLER, B. 1967a: La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme. Etages tectoniques. Coll. Neuchâtel 1966. La Baconnière, Neuchâtel, 105-121.
- KÜBLER, B. 1967b: Anchimétamorphisme et schistosité. Bull. Centre Rech. Pau-SNPA 1, 259-278.
- KÜBLER, B. 1967c: Stabilité et fidélité des mesures simples sur les diagrammes rayons X. Bull. Groupe franç. Argiles 19, 37-47.
- KÜBLER, B. 1968: Evaluation quantitative de métamorphisme par la cristallinité de l'illite. Bull. Centre Rech. Pau-SNPA 2, 385-397.
- KÜBLER, B. 1969: Crystallinity of illite. Detection of metamorphism in some frontal part of the Alps. Referate der Vorträge auf der 47. Jahrestagung der Deutsche Mineral. Ges. 29-40.
- KÜBLER, B. 1987: Cristallinité de l'illite. -Méthode normalisée de préparation. -Méthode normalisée de mesure. -Méthode normalisée automatique de mesure. Cah. Inst. géol. Neuchâtel (Suisse) 43, série A.D.X. 2, 10 p.
- KÜBLER, B., MARTINI, J. & VUAGNAT, M. 1974: Very low grade metamorphism in the Western Alps. Schweiz. Mineral. Petrogr. 54, 461-469.
- KÜBLER, B., PITTION, J.L., HEROUX, Y., CHAROLLAIS, J. & WEIDMANN, M. 1979: Sur le pouvoir réflecteur de la vitrinite dans quelques roches du Jura, de la Molasse et des Nappes préalpines, helvétiques et penniques (Suisse occidentale et Haute-Savoie). Eclogae geol. Helv. 72, 347-373.
- KÜNZI, B., HERB, R., EGGER, A. & HUGI, T. 1979: Kristallin-Einschlüsse im nordhelvetischen Wildflysch des Zentralen Berner Oberlands. Eclogae geol. Helv. 72/2, 425-432.
- LA VERNE, D.K. & SUESS, E. 1990: Relationship Between carbonate Deposits and Fluid Venting: Oregon Accretionary Prism. J. geophys. Res. 95, B6, 8899-8915.
- LATELTIN, O. 1988: Les dépôts turbiditiques oligocènes d'avant-pays entre Annecy (Haute-Savoie) et le Sanetsch (Suisse) - Grès de Taveyenne et du Val d'Illicz. Thèse Univ. Fribourg, No.949, 127 p.
- LEPINAY, B. MERCIER DE, 1981: Etude géologique de la région des Gets et de Samoëns (Haut -Savoie). Les rapports entre les Préalpes du Chablais (nappe de la Brèche et nappe des Gêts) et les unités delphino-helvétiques. Thèse IIIe. cycle, niv. P.M. Curie, Paris.
- LUCAS, S. E. & MOORE, J. C. 1986: Cataclastic deformation in accretionary wedges: Deep Sea Drilling Project Leg 66, southern Mexico, and on-land examples from Barbados and Kodiak Islands. In; MOORE, J. CASEY (ed.): Structural Fabric in Deep Sea Drilling Project Cores. Mem. Geol. Soc. Amer. 166, 89-104.
- LUGEON, M. 1901: Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bull. Soc. géol. France 4, I, 723-825.
- LUGEON, M. 1918: Les Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. Fascicules 1, 2 et 3. Matér. carte géol. Suisse, N.S. 30.
- LUGEON, M. 1940: Atlas géologique de la Suisse 1:25000, feuille 19, Les Diablerets, carte et notice.
- LUGEON, M. 1943: Une nouvelle hypothèse tectonique : la diverticulation. (note préliminaire). Bull. Lab. géol. etc., Univ. Lausanne 62/260, 301-303.
- MAYORAZ, R. 1990: Les brèches nummulitiques du flanc inverse de la Nappe de Morcles et des unités parautochtones de part et d'autre de la vallée du Rhône: signification géodynamique. Abstr. Réunion. Soc. géol. Suisse, Genève.
- MAYORAZ, R., LOUP, B., HOMEWOOD, P. & LATELTIN, O. 1988: Un paléocanyon oligocène dans le parautochtone du Haut Val d'Illicz (Valais, Suisse). Eclogae geol. Helv. 81/3, 539-551.
- MOSAR, J. 1988: Structures, déformation et métamorphisme dans les Préalpes romandes (Suisse). Thèse. Univ. Neuchâtel. 121 p.,
- OINUMA, K., SHIMODA, S. & SUDOT. 1972: Triangular diagrams for surveying chemical composition of chlorites. J. Toyo Univ. gen. Educ. (Nat. Sci.) 15, 1-33.
- PICKERING, K.T., HISCOTT, R.N. & HEIN, F.J. (1989) : Deep marine environments. Clastic sedimentation and tectonics. Unwin Hyman, London.
- RAYMOND, L. A. 1975: Tectonite and mélange - A distinction. Geology 3/1, 7-9.
- RAYMOND, L. A. 1984: Classification of melanges. In: Melanges: Their Nature, Origin and Significance (RAYMOND, L.A. (ed). Geol. Soc. Amer., Special Paper 198, 7-21.
- REY, J.F. & KÜBLER, B. 1982: Identification des micas des séries sédimentaires à partir de la série harmonique 001 des préparations orientées. Cah. Inst. géol. Neuchâtel.
- RUMLEY, G. & ADATTE, T. 1983: Méthode rapide de séparation des fractions 2 et 16 µm, pour analyse par diffraction X. Cah. Inst. géol. Neuchâtel 9/5, 4p.
- SILVER, E. A. & BEUTNER, E. C. 1980: Melanges. Geology 8, 32-34.
- SPICHER, A. 1980: Carte tectonique de la Suisse. Comm. géol. suisse.
- WEIDMANN, M., HOMEWOOD, P. & FASEL, J.M. 1982: Sur les terrains subalpins et le Wildflysch entre Bulle et Montreux. Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 76/362, 151-183.
- WILLIAMS, P.R., PIGRAM, C.J. & DOW, D.B. 1984: Mélange production and the importance of shale diapirism in accretionary terrains. Nature 309, 145-146.