

**Zeitschrift:** Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 45 (1992)  
**Heft:** 2: Archives des Sciences

**Artikel:** Les mélanges suprahelvétiques dans le synclinal de Thônes (massifs subalpins, Haute-Savoie, France) : une nouvelle hypothèse de travail  
**Autor:** Jeanbourquin, Pascal  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-740335>

#### Nutzungsbedingungen

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

#### Conditions d'utilisation

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

#### Terms of use

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

**Download PDF:** 06.02.2026

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

Archs Sci. Genève	Vol. 45	Fasc. 2	pp. 109-126	Septembre 1992
-------------------	---------	---------	-------------	----------------

# LES MÉLANGES SUPRAHELVÉTIQUES DANS LE SYNCLINAL DE THÔNES (MASSIFS SUBALPINS, HAUTE-SAVOIE, FRANCE): UNE NOUVELLE HYPOTHÈSE DE TRAVAIL<sup>1</sup>.

PAR

**Pascal JEANBOURQUIN\***

## ABSTRACT

The recent works in the Subalpine Massifs (Aravis, Bornes), particularly in the Thônes synclinal, show that:

1. The mélanges supporting the Prealpine Klippes (Suprahelvetic Mélanges or Infra-Prealpine Mélanges) must be separated from the chaotic sedimentation of the Tertiary foreland basin (summit part of the Taveyanne Sandstones, Val d'Illiez Sandstones);
2. The Prealpine Klippes, the associated mélanges and the Aravis Units are tectonically bound, and they are thrusted over the Val d'Illiez Sandstones of the Bornes Massif.

These considerations ensue from – the biostratigraphical relationships, – the sedimentological data which show, e.g., different supplies between the Val d'Illiez Sandstones and the adjacent mélanges, – the structural geology which brings the evidences of shear zones associated with veining in shaly parts of mélanges. Models, inspired by the developments of the understanding of recent accretionary complexes, like Barbados or Nankai, may fit well in this foreland context.

## RÉSUMÉ

Les travaux récents dans les chaînes subalpines de Haute-Savoie, notamment dans le synclinal de Thônes, permettent d'entrevoir les relations entre la sédimentation et l'orogenèse helvétique avec un œil nouveau.

1. Les mélanges qui supportent les klippes préalpines des Annes et de Sulens doivent être séparés de la sédimentation chaotique qui caractérise le bassin d'avant-pays, soit de la partie sommitale des Grès de Taveyanne, soit des Grès du Val d'Illiez.

2. Suivant le contexte, on propose d'appeler ces mélanges «suprahelvétiques» (ou «suprasubalpins») et/ou «infra-préalpins».

3. Les klippes préalpines et les mélanges reposent, par la tectonique, sur l'Unité des Aravis.

Ces relations s'appuient sur – des considérations biostratigraphiques, – des données sédimentologiques (par ex. les différences d'apport), – des données structurales à l'échelle de la carte, de l'affleurement et de l'échantillon.

---

<sup>1</sup> Travail réalisé avec le soutien du FNSRS, projet 2-5.567.

\* Institut de Géologie de l'Université de Fribourg, Pérrolles, CH-1700 Fribourg, maintenant à: University of California Santa Cruz, Earth Sciences Board, Santa Cruz CA 95064 (USA).

Pour mieux comprendre la mise en place de ces mélanges, on peut s'inspirer des caractéristiques des prismes d'accrétion actuels dont les connaissances, en pleine évolution, conduisent au développement de nombreux modèles tectoniques et hydrologiques.

## 1. Introduction

Dans les massifs subalpins au SW de l'Arve, les ensembles chaotiques, que nous appellerons mélanges, sont connus uniquement dans le synclinal de Thônes (fig. 1). Ils sont liés au chevauchement des Préalpes, représentées ici par les klippes des Annes et de Sulens, sur l'Helvétique (ou le Dauphinois) des massifs subalpins (Aravis, Bornes). La flèche du chevauchement des Préalpes médianes est importante (plurikilométrique) puisque la patrie présumée de ces unités est subbriançonnaise.

La connaissance géologique des chaînes subalpines a beaucoup évolué ces dernières années, d'une part grâce aux travaux généraux de ROSSET *et al.* (1976), CHAPLET (1989), DOUDOUX *et al.* (1987), HUGGENBERGER & WILDI (1991) (ces derniers ouvrages donnent une bonne revue des travaux précédents), d'autre part grâce aux résultats d'un forage pétrolier dans le massif des Bornes (à Brizon: BZN1, CHAROLLAIS & JAMET, 1990) et aux données de géophysique, principalement de sismique profonde (GUELLEC *et al.*, 1989).

Les mélanges suprahelvétiques (ou supradauphinois), – appelés aussi ensembles chaotiques, schistes à blocs à faciès wildflysch (CARON *et al.*, 1967) ou «véritables» wildflyschs (CHAPLET, 1989) –, sont classiquement considérés comme des formations sédimentaires, à savoir des olistostromes développés au front chevauchant des nappes (LATELTIN, 1988). Les klippes préalpines des Annes et de Sulens (nappe supérieure de MORET, 1934) sont même interprétées en gigantesques olistolithes (CHAROLLAIS, 1986).

Cependant, les travaux récents sur les dépôts de l'avant-pays alpin (LATELTIN, 1988, CHAPLET, 1989), ainsi que l'évolution des connaissances de la déformation humide à froid (voir par exemple MOORE, *et al.*, 1986), montrent qu'il y a lieu de nuancer et préciser les travaux antérieurs.

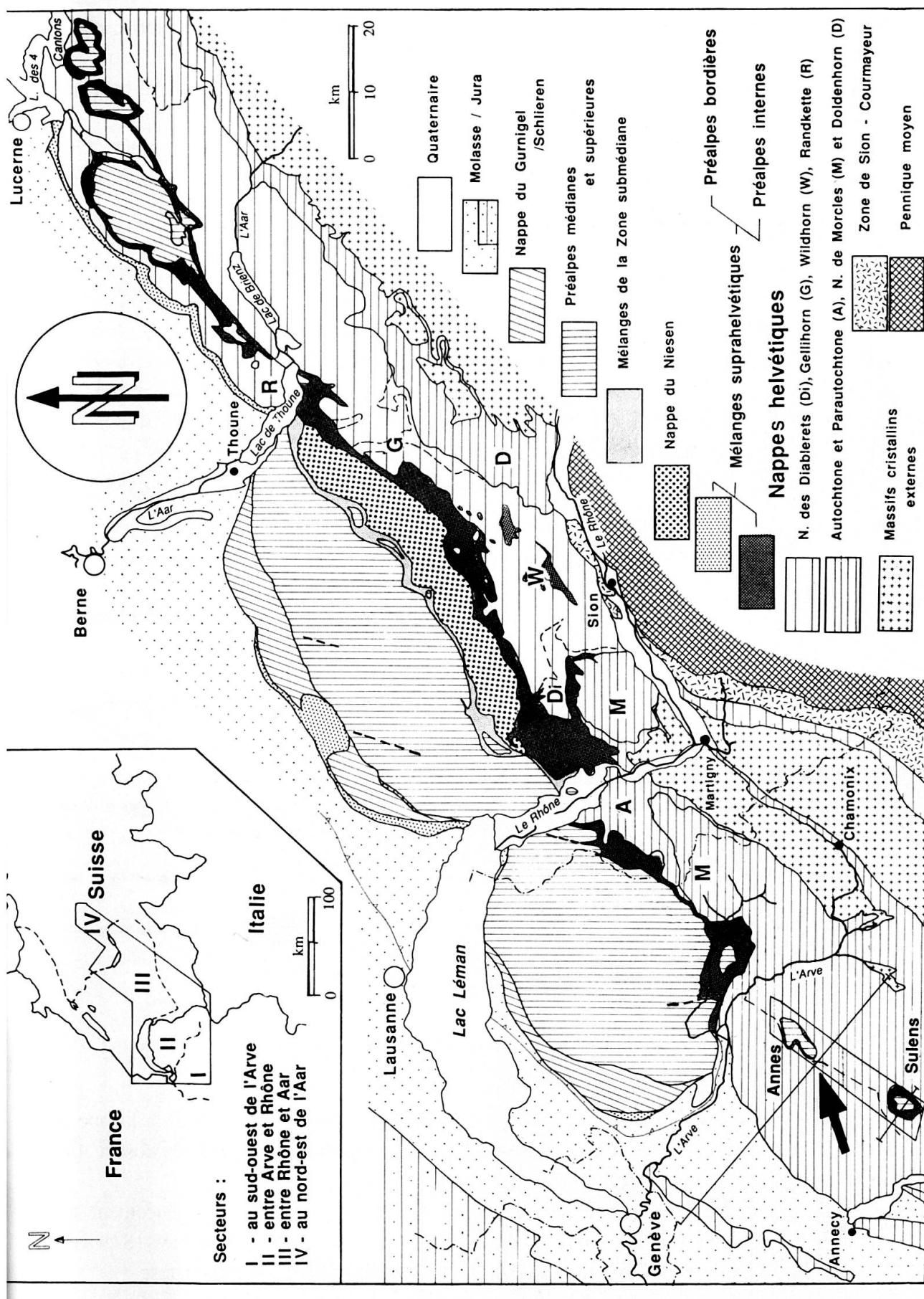
Le vocabulaire utilisé couramment pour décrire la sédimentation orogénique de la marge européenne nordtethysienne est confus. Les options choisies dans cet article trouvent une justification dans JEANBOURQUIN *et al.* (1992) et JEANBOURQUIN (1991).

## 2. Contexte tectonique

Comparé aux Préalpes de Suisse occidentale (sect. II, III, IV, fig. 1), le secteur I de la figure 1 présente une situation singulière des unités préalpines. En effet, les Préalpes

FIG. 1.

Carte tectonique des Préalpes avec la situation du secteur étudié et des profils de la fig. 2.



Médianes chevauchent presque directement les sédiments détritiques tertiaires des régions très externes de l'Helvétique: les Préalpes internes comme l'«Ultrahelvétique» ou la nappe du Niesen (par exemple dans le secteur III) sont pratiquement absentes aux Annes et plus ou moins développées à Sulens (fig. 1).

Le synclinal de Thônes (fig. 2) dont la géométrie est simple au premier abord, présente en fait une structure tectonique complexe et son interprétation varie selon les travaux.

Pour CHAPLET (1989) et GUELLEC *et al.* (1989), l'Unité des Aravis (qui selon EPARD (1990) semble bien être un équivalent de la nappe de Morcles plus au NE) chevauche les Bornes externes ou Unité du Bargy (fig. 2). Cette configuration, déjà esquissée par VILLARS (1986), s'appuie sur une cartographie détaillée de CHAPLET (1989). Ainsi, les Grès de Taveyanne de l'Unité des Aravis sont en contact structural sur les Grès de Val d'Illiez de l'Unité de Bornes. Cependant, en raison des difficultés qui surgissent pour déterminer et suivre sur le terrain les chevauchements dans des séries détritiques fines, les avis divergent sur la localisation exacte de ce chevauchement (CHAPLET, 1989, GUELLEC *et al.*, 1990, CHAROLLAIS & JAMET, 1990, HUGGENBERGER & WILDI, 1991).

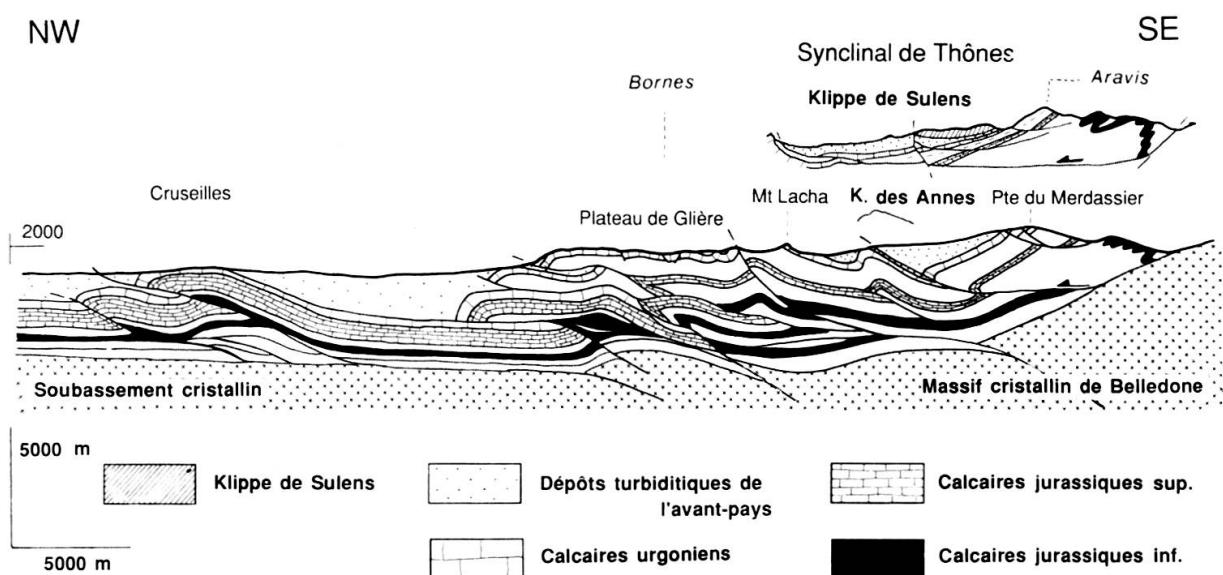


FIG. 2.

Profil transversal synthétique à travers les massifs subalpins (d'après GUELLEC *et al.*, 1989, modifié).

Dans ce travail, on a retenu la solution de CHAPLET (1989) qui met la klippe des Annes intégralement sur l'Unité des Aravis, car elle intègre la plupart des observations structurales (malheureusement dispersées dans ce secteur très couvert).

Elle explique également au mieux, comme on le verra plus loin, l'agencement sédimentaire des séries turbiditiques tertiaires dans ce secteur du bassin d'avant-pays (SAWATZKI, 1975 et LATELTIN, 1988). C'est pourquoi, deux coupes synthétiques sont décrites:

- La première pour le bassin des Grès de Taveyanne, sur le flanc sud du synclinal de Thônes (Unité des Aravis, fig. 3);
- l'autre pour les Grès du Val d'Illiez, sur la partie NE du flanc nord et sur le petit anticlinal du Mont Durand (fig. 4).

Par ailleurs, certaines untiés flyschoïdes au toit de la série helvétique sont encore mal comprises: par exemple l'Unité du Danay est allochtone («Ultrahelvétique») pour CHAROLLAIS (1986), ce qui semble une bonne proposition; alors que CHAPLET (1989) l'associe aux GVI du Bois de la Duche pour définir les Grès sommitaux du Tertiaire des Aravis (Unité du Danay-la Duche de ROSSET *et al.*, 1976).

Le métamorphisme de l'ensemble delphino-helvétique du synclinal de Thônes est anchizinal: paragenèses à zéolites (laumontite, prehnite-pumpellyite) dans les grauwackes (SAWATZKI, 1975, STALDER, 1979). A grande échelle, au moins deux phases principales de déformation semblent caractériser ce secteur de l'Helvétique, l'une d'âge oligocène et l'autre d'âge miocène (GUELLEC *et al.*, 1990). A plus petite échelle, la déformation de ce matériel est caractérisée par au moins un clivage de dissolution serré dans les parties internes (Aravis), lâche dans les zones externes (Bargy).

### **3. Structuration du substratum turbiditique delphino-helvétique: sédimentation et progression des nappes.**

Les sédiments turbiditiques tertiaires du bassin nordhelvétique en Suisse occidentale et en Haute-Savoie ont été étudiés récemment par LATELTIN (1988), notamment en appliquant les méthodes modernes de la sédimentologie. Pour cet auteur, les formations des Grès de Taveyannaz (GT) et du Val d'Illiez (GVI) marquent le remplissage du bassin d'avant-pays et sont ainsi comparables à la base de la Molasse Marine Inférieure.

Dans l'*Unité des Aravis* (fig. 2 et 3), les coupes de l'Oulette et des Portettes (fig. 9 et 7 de LATELTIN, 1988) ont été retenues pour synthétiser la figure 3, car les complications tectoniques y sont secondaires et mineures. Dans la région des Annes, le sommet des Grès de Taveyanne (de type GVI) est affecté par de petits accidents chevauchants précoce. Cette interprétation que l'on doit à SAWATZKI (1976 fig. 10B, p. 325), est confirmée par le travail de LATELTIN (1988, p. 29) dans la région de la Barme, ainsi que par des observations structurales détaillées. En conséquence, les grès du Bois de la Duche représentent la partie sommitale des GT (A2X, F2 de la fig. 3) à laquelle ils se relient par une suite de petits accidents chevauchants dont certains sont bien visibles dans l'éraillure qui domine la Barme.

Il faut préciser ici que l'interprétation de DOUDOUX *et al.* (1987, p. 304) pour le Bois de la Duche ne semble pas correcte; en effet, la superposition «Grès de Taveyanne/flysch marno-micacé/wildflysch/Grès sommitaux» n'est pas de nature stratigraphique, comme en témoigne l'analyse structurale à la base des falaises dominant l'alpage de la Barmaz; dans leur wildflysch passe au moins un accident tectonique comme l'a noté antérieurement SAWATZKI (1975).

De plus, pour des raisons structurales, pétrographiques, sédimentaires et biostratigraphiques, il est préférable de séparer la klippe du Danay de l'ensemble du Bois de la Duche comme l'a fait CHAROLLAIS (1986).

Selon LATELTIN (1988, p. 12 et 13), l'âge de la base de la formation turbiditique des Aravis est oligocène inférieur (Zone NP 21: Eoc. sup.-Olig. inf. selon HAQ *et al.*, 1987). Il faut rester prudent vis-à-vis de cette datation en raison des problèmes posés par les nannozonations à la limite «Eocène-Oligocène», et ceci d'autant plus que les assemblages de foraminifères planctoniques indiquent des âges éocènes moyens à supérieurs (déterminations et attributions: C. Müller pour les nannofossiles et R. Wernli pour les foraminifères planctoniques, en lame mince).

Pour l'*Unité des Bornes* (fig. 2 et 4), la coupe synthétique reflète des observations faites à «La Patton» (fig. 18 de LATELTIN, 1988), au nord de la Clusaz ainsi que dans la région du col de la Colombière et dans le Bois d'Afferand.

L'âge oligocène inférieur de la base des sédiments turbiditiques est bien établi par CHAROLLAIS *et al.* (1980). VITALLY (1980) donne même un âge oligocène supérieur à Miocène inférieur pour certaines coulées boueuses à blocs de cette formation (NN1 au Plateau de Samance, détermination Feinberg), qu'il considère comme le «wildflysch». Ceci implique une arrivée très tardive des masses chevauchantes sur la partie nord du synclinal de Thônes, cohérente avec un chevauchement tardif de l'ensemble GT-mélanges-préalpes sur les GVI.

La structuration du bassin, enregistrée dans la séquence sédimentaire, se résume comme suit.

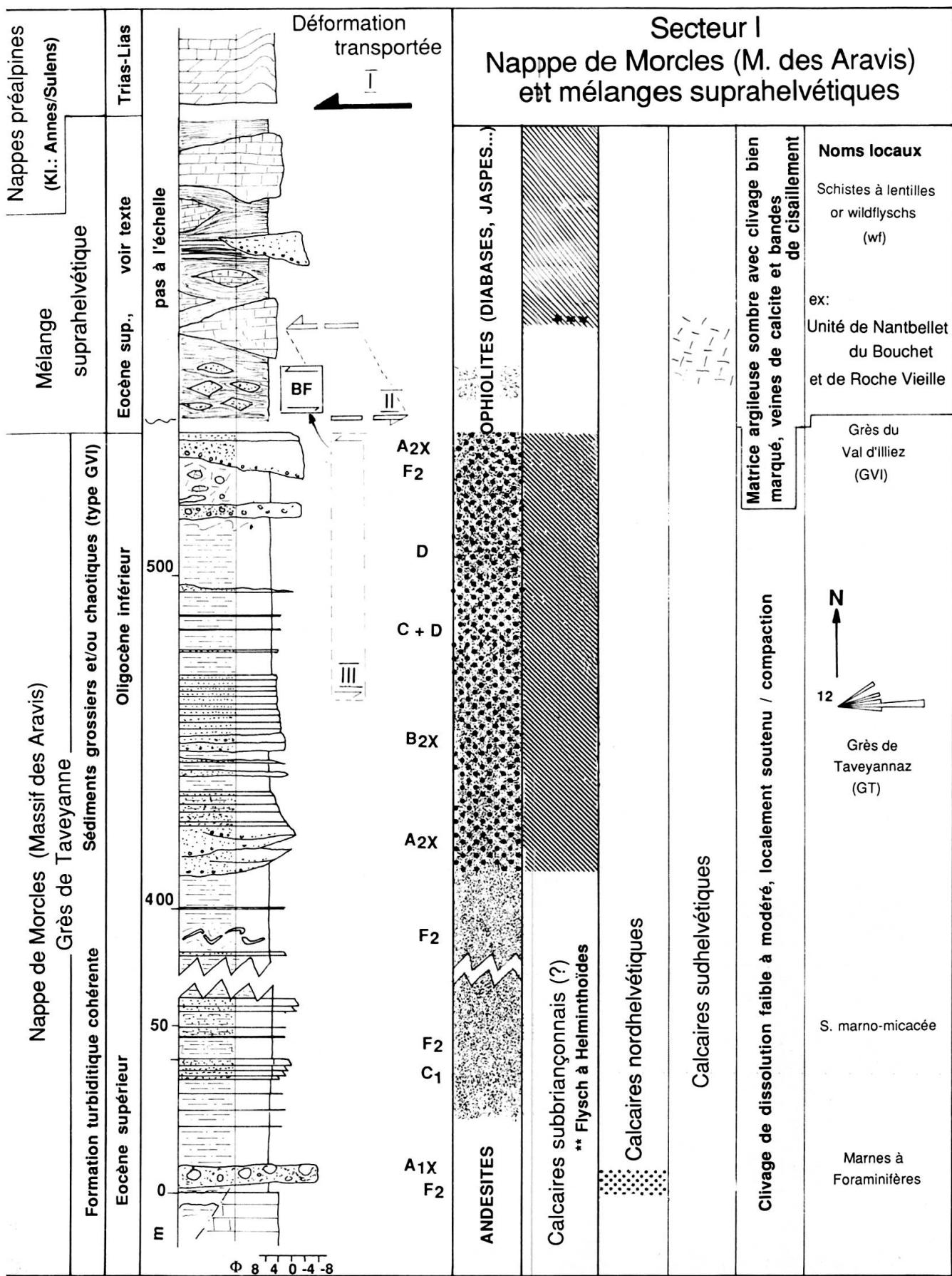
1. A l'Eocène supérieur (Priabonien), les marnes à foraminifères du massif des Aravis enregistrent une activité tectonosédimentaire locale avec remaniements de roches nordhelvétiques; l'orientation des accidents semble très oblique par rapport aux directions actuelles du synclinal de Thônes (probablement N-S) (LATELTIN & MÜLLER, 1987, VILLARS *et al.*, 1988). Ces mouvements précèdent l'orogenèse.

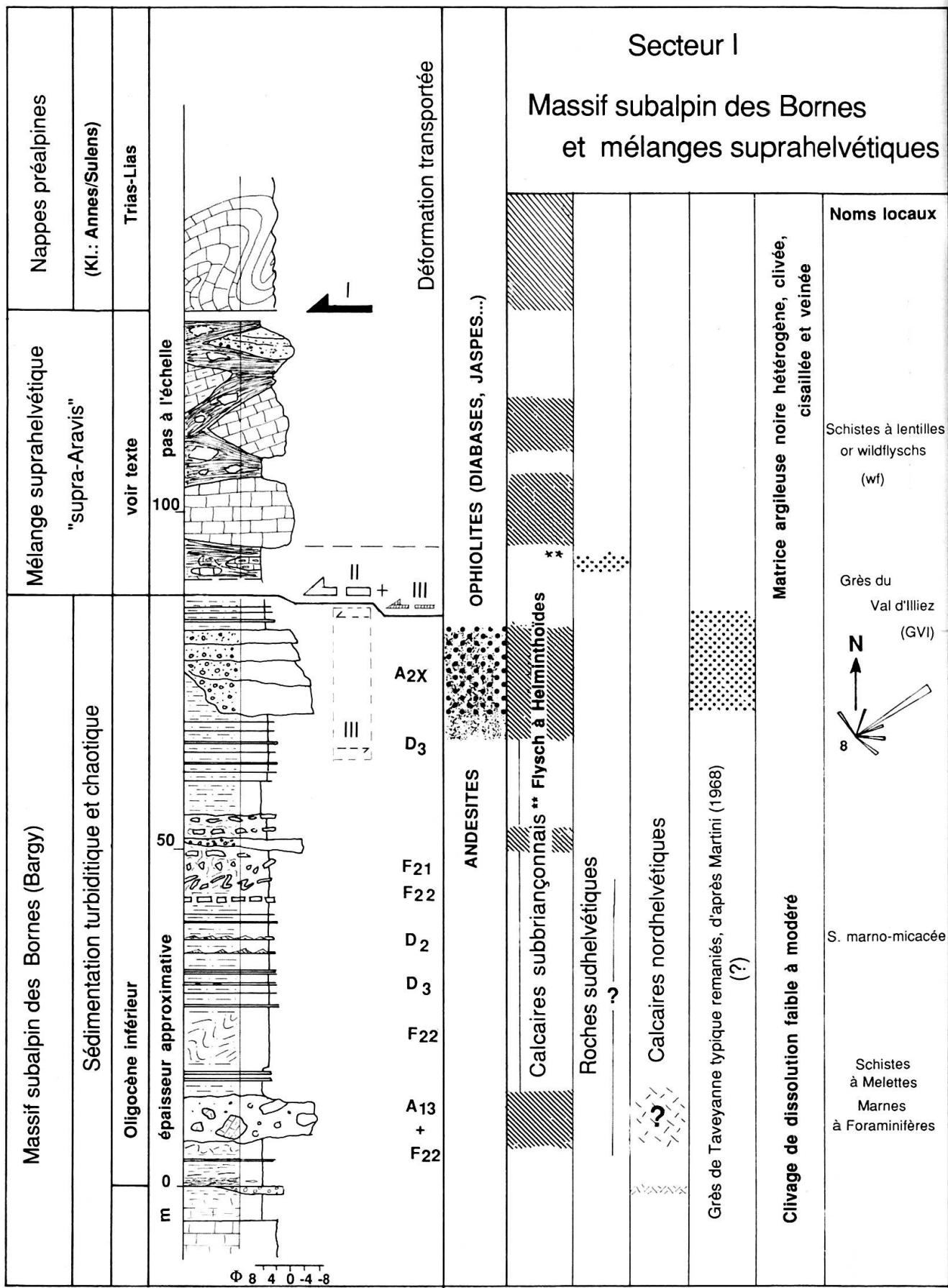
2. L'épaisse série turbiditique des Grès de Taveyanne (200-300 m) (fig. 5A) du massif des Aravis témoigne d'une subsidence de la partie interne du bassin nordhelvétique durant l'Oligocène inférieur. La source du matériel volcanique andésitique de ces derniers est encore très controversée et énigmatique (VITALLY, 1980, GIRAUD, 1983, VUAGNAT, 1983, CHAPLET, 1989). A ce propos, deux hypothèses se confrontent:

– les GT sont les produits pyroclastiques d'un volcanisme phréatomagmatique *in situ* dans les Aravis (DIDIER & LAMEYRE, 1978, DOUDOUX *et al.*, 1987); notons qu'un appareil volcanique indubitable n'a jamais été observé et décrit dans les séries delphino-helvétiques.

FIG. 3.

Coupe lithologique synthétique de la série turbiditique tertiaire du massif des Aravis. Selon SAWATZKI (1975), les ophiolites proviennent de la nappe des Gets. A2X, B2...: éléments de classification de PICKERING *et al.* (1989), A2 classe et groupe, X faciès non déterminé; I = chevauchement majeur des Préalpes, II = chevauchements helvétiques d'âge indéterminé (Oligocène? Miocène?), III = Chevauchements tardifs (fin Miocène?); BF, BF1 «Broken Formation» locales, liées aux chevauchements helvétiques.





- les GT résultent de processus épiclastiques transportant le matériel sur de grandes distances (CASH & WRIGHT, 1987, LATELTIN, 1988); la source des andésites est également énigmatique, des roches de cet âge étant rarement observées ailleurs dans les Alpes; FISCHER & VILLA (1990) ont obtenu des âges radiométriques (K/Ar et Ar/Ar sur amphibole), apparemment fiables, de 32 ma. Ces données semblent montrer une relation avec le magmatisme alpin (Bergell, Bregaglia). L'apparente contradiction avec les âges biostratigraphiques pourrait découler des problèmes de corrélation entre différentes échelles stratigraphiques (BERGER, 1990, cf. aussi JEANBOURQUIN, 1992a).

Le sommet des GT est caractérisé par l'apparition de corps chenalés de type GVI (Lateltin, 1988). La forte épaisseur (environ 200-300 m) de la série turbiditique témoigne de la subsidence soutenue de la partie interne du bassin nordhelvétique, conséquence d'une flexure crustale due à la surcharge des nappes durant l'orogenèse, selon HOMEWOOD & LATELTIN (1988);

3. Sur les Bornes, la série détritique est mince, essentiellement constituée de matériel fin (série marno-micacée de CHAROLLAIS & ROSSET, 1965). Elle se termine, notamment dans la région de la Clusaz où son épaisseur est importante, par des corps chenalés grossiers (polygenic pebbly sands) et des coulées boueuses (monogenic gravelly mud or muddy gravel, fig. 6a): les GVI (SAWATZKI 1975, cône des Lombardes de LATELTIN, 1988). Dans ces derniers, la nature des galets traduit une modification des sources du matériel. En effet, la grande proportion de roches préalpines dans les corps chenalés, essentiellement des ophiolites, témoigne de l'avancée du front chevauchant des Préalpes. Parallèlement, les intercalations de coulées boueuses monogéniques à matériel préalpin (ex.: les mudstones paléocènes (fig. 6a) du col de la Colombière, CARON *et al.*, 1967) démontrent la proximité des Préalpes médianes.

Comparée à celle des Aravis, la subsidence du massif des Bornes est restée faible durant le dépôt des GT. Cette partie externe du bassin helvétique semble s'être comportée comme un haut-fond relatif (fig. 5b). L'important développement des corps chenalés et l'orientation des slumps (par exemple à la Patton: moyenne des axes NS, déversement vers N100, fig. 6b) dans la région de la Clusaz suggèrent un paléo-dépression transverse dans cette région (cône des Lombardes de LATELTIN, 1988).

#### 4. Les mélanges

Les mélanges, appelés souvent wildflyschs, sont des ensembles chaotiques à lentilles de toute taille dans une matrice variable, essentiellement de schistes noirs.

FIG. 4.

Coupe synthétique de la série détritique du massif des Bornes, avec les divers apports détritiques (colonne 1-5) et le caractère de la matrice (6). Selon SAWATZKI (1975), il n'y a pas de «vrais» galets de GT remaniés dans les GVI; cependant, il y a des galets de grauwackes à lithoclastes volcaniques dont la différence d'aspect pourrait s'expliquer par une histoire diagénétique séparée. Le remaniement de GT s'explique par la progression des chevauchements au sein du bassin nordhelvétique, ce dernier étant en partie perché («piggy back basin»). GVI: Grès du Val d'Illiez (chevauchements cf. fig. 3).

Comme ils séparent le toit des sédiments turbiditiques des massifs subalpins, principalement l'Unité des Aravis (CHAPLET, 1989), des unités préalpines, et en comparaison avec les Préalpes de Suisse romande, on les appellera mélanges supra-subalpins ou mélanges suprahelvétiques (ou à la rigueur infra-préalpins suivant les cas).

La structure de ces ensembles est complexe et leurs relations avec les unités encadrantes, notamment avec le soubassement turbiditaire helvétique, sont encore mal comprises. On distingue notamment deux secteurs où l'agencement des mélanges est différent: le secteur de Sulens et celui des Annes (CARON *et al.*, 1967).

### Secteur Sulens

Sous la klippe de Sulens, de grandes écailles «ultrahelvétiques» composites séparent les GT des flyschs à blocs (complexe chaotique) accompagnant la klippe. Ce sont: l'Unité de Nantbellet, de type Anzeinde ou Sex-Mort, l'Unité du Bouchet de type Sex-Mort ou même Wildhorn méridional et l'Unité de Roche Vieille dont les faciès montrent des analogies avec des roches du mélange infra-Niesen comme celles de la zone du Lochberg (DE RAAF, 1934). Cet ensemble est comparable aux mélanges suprahelvétiques des Alpes de Suisse occidentale (JEANBOURQUIN *et al.*, 1992).

Localisé essentiellement sous la klippe, le complexe chaotique ou Flysch à lentille du Nantbellet (ROSSET *et al.*, 1976) contient des lentilles de roches (sub)-briançonnaises. A ce titre on peut le qualifier d'infra-préalpin. Aucune donnée nouvelle n'a été obtenue ici.

### Secteur des Annes

Aux Annes, les mélanges recouvrent la série turbiditaire tertiaire (GT, GVI) par un passage apparemment progressif qui a mené la plupart des auteurs à considérer la relation entre les deux formations comme sédimentaire.

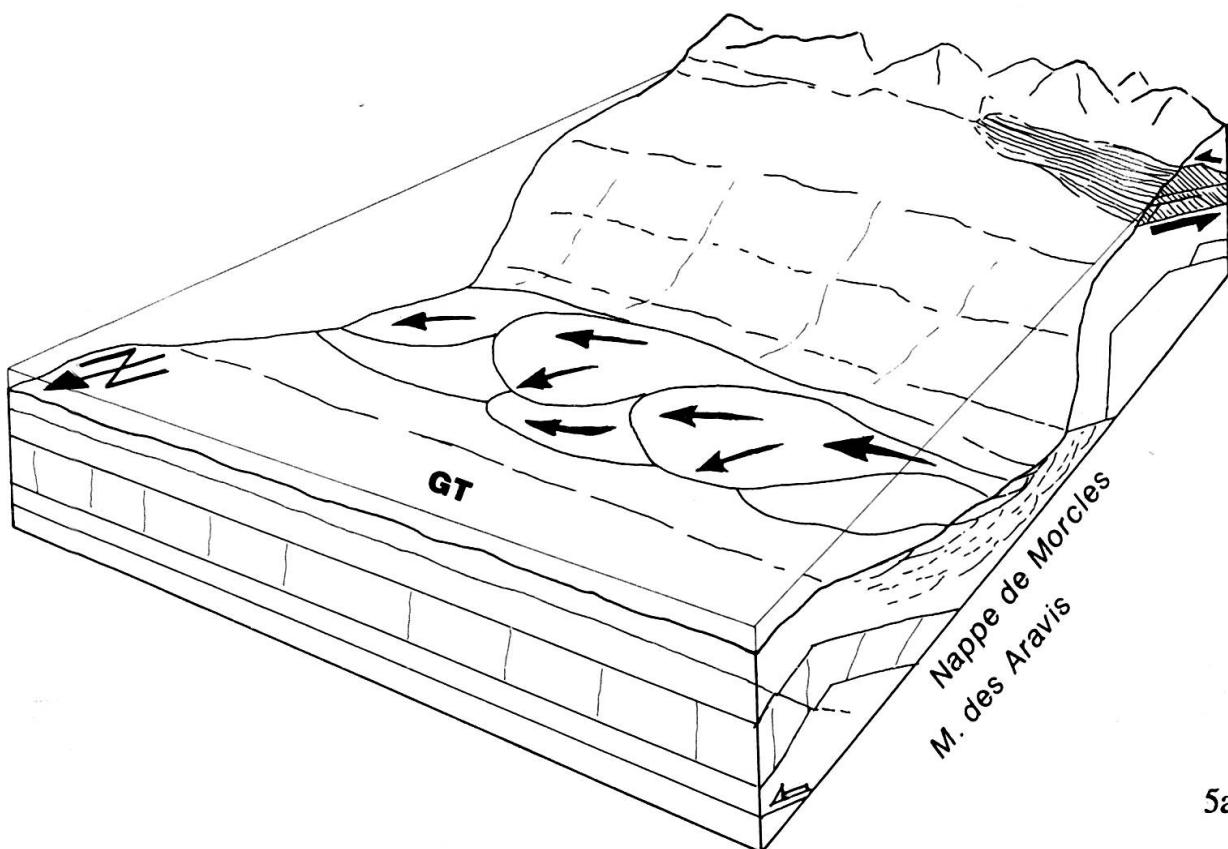
Dans la masse principale, la plupart des blocs sont simples: calcaires fins sénoniens et paléocènes d'origine (sub-) briançonnaise probable.

Il faut rappeler la présence vers la base, de lames de flysch à Helminthoïdes (?) (sud-pennique), d'un affleurement de brèche nummulitique («ultrahelvétique») et de quelques rares lentilles de calcaire fin du Jurassique supérieur «ultrahelvétique» (pour une description détaillée des éléments voir: MORET, 1934, CARON *et al.*, 1967, ROSSET *et al.*, 1976, CHAROLLAIS, 1986).

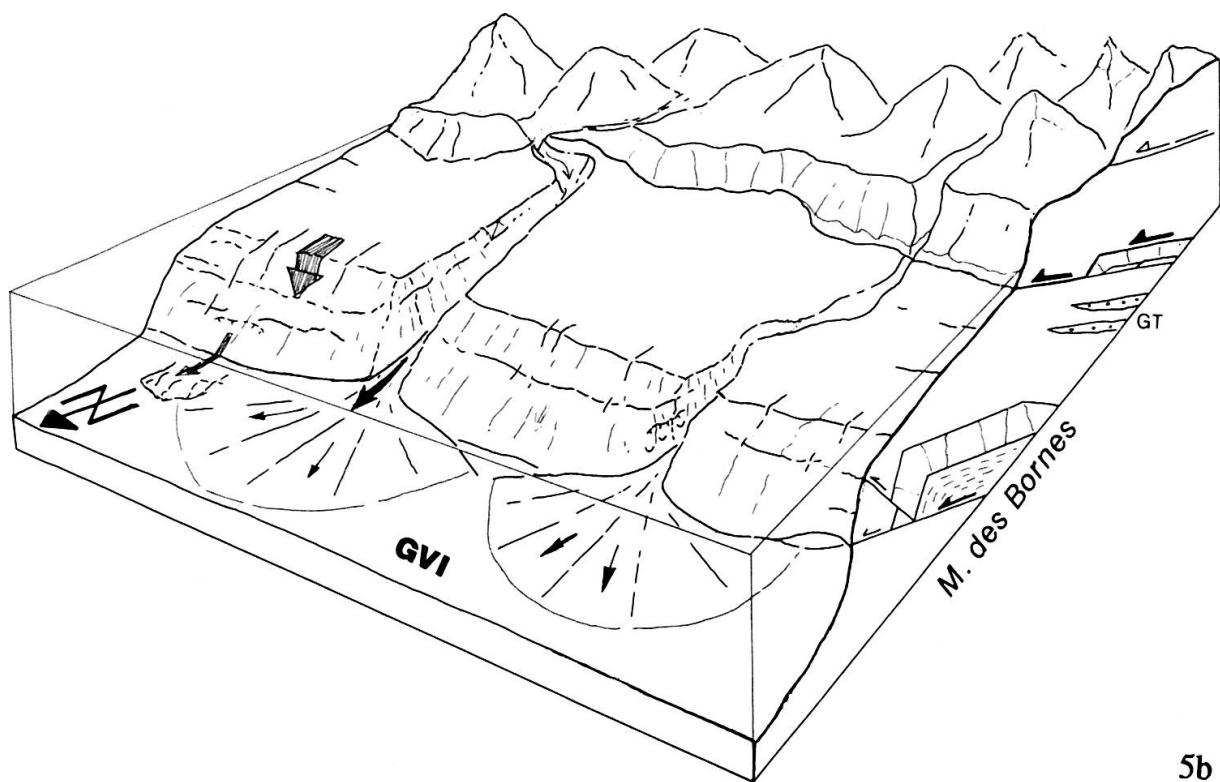
Les faits nouveaux acquis ces dernières années concernant essentiellement ce secteur, ils méritent développement.

FIG. 5.

Blocs diagrammes schématiques du bassin d'avant-pays. 5a. GT en «piggy back», sur cette transversale dans le domaine qui donnera la nappe de Morcles/Unité des Aravis (plus à l'est ce sera le domaine Diablerets/Ardon). Le chevauchement des Préalpes est à l'arrière; il n'influe sur la sédimentation qu'à la fin du dépôt des GT. 5b. GVI avec les deux paléocanyons, cône des Boutiers au NE dans le Val d'Illiez et cône des Lombardes au SW, la Clusaz (terminologie LATELTIN, 1988).



5a



5b

*a) Les coulées boueuses dans le Grès de Val d'Illiez et mélanges subalpins.*

Les coulées boueuses (groupes A1 et F2, fig. 3, 4 et 6) de la formation du Val d'Illiez (LATELTIN, 1988) sur les Aravis et sur les Bornes, notamment au Col de la Colombière (CARON *et al.*, 1967, B, p. 52), ont souvent été assimilées au «wildflysch». C'est probablement pour cette raison que ce dernier a été interprété comme une formation sédimentaire.

Or, au col de la Colombière, les observations cartographiques et structurales de CHAPLET (1989) ainsi que les données sédimentologiques de LATELTIN (1988) dans le Bois d'Aufferand, montrent qu'il faut absolument séparer les coulées à blocs de la couverture normale du Bargy (talus de la route) des mélanges supportant la klippe; ces derniers ne peuvent appartenir qu'à l'Unité des Aravis.

*b) La nature des éléments*

L'essentiel des données, déduites des analyses détaillées de CARON *et al.* (1967), SAWATZKI (1975), LATELTIN (1988) et de travaux personnels, est synthétisé dans les figures 3 et 4. Or, le fait capital est la disparition du cortège sédimentaire des GVI et des ophiolites dans le mélange subalpin. Ceci suggère le découplage des apports entre les séries détritiques helvétiques et le mélange sus-jacent. Parallèlement, la région de la Clusaz représente le débouché d'une «paléodépression» (cône des Lombardes de LATELTIN, 1988) dans les GVI. On devrait s'attendre, comme le préconisent HOMEWOOD *et al.* (1985, p. 23), à une accumulation particulièrement importante d'olistostromes à matériel sudhelvétique (ou «ultrahelvétique»); or ce n'est pas le cas.

*c) La différence de matrice (fig. 7)*

La matrice du mélange est également différente de celle de coulées boueuses. Assez hétérogène dans le mélange, elle est peu carbonatée, finement schisteuse avec des veines de calcite. Elle est généralement très sombre. Une étude préliminaire de cette matrice met en évidence de nombreuses structures de cisaillement avec des veines (JEANBOURQUIN, travail en cours).

A la base surtout, elle présente localement des masses de type «marno-micacé» qui se différencient par leur aspect moins tourmenté et leur teinte plus claire.

*d) Relations structurales avec le substratum et organisation interne*

Rappelons que le chevauchement du Tertiaire des Aravis sur celui des Bornes fait qu'il n'y a pas de relation directe entre les affleurements clés du Col de la Colombière (en position supra-Bornes) et le mélange sus-jacent supra-Aravis (cf. cartes CHAROLLAIS, 1986, CHAPLET, 1989).

FIG. 6.

Aspect de la sédimentation chaotique des GVI dans la région de la Clusaz (La Patton). a) «slumps» dans sédiment turbiditique associé aux coulées boueuses. b) Coulée boueuse, même échelle que a).



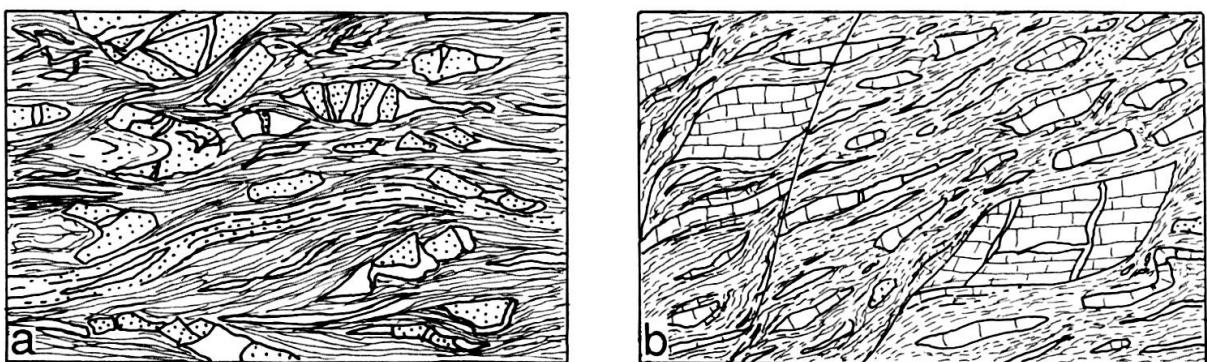


FIG. 7.

Deux types principaux de matrice du mélange supralineal (longueur des images: 10 cm). a. Matrice de grès dissocié. b. Matrice de brèche calcaire. Pointillés = grès, rectangles = calcaire marneux, traits fins irréguliers = argillites ou marnes argileuses, noir = veines de calcite.

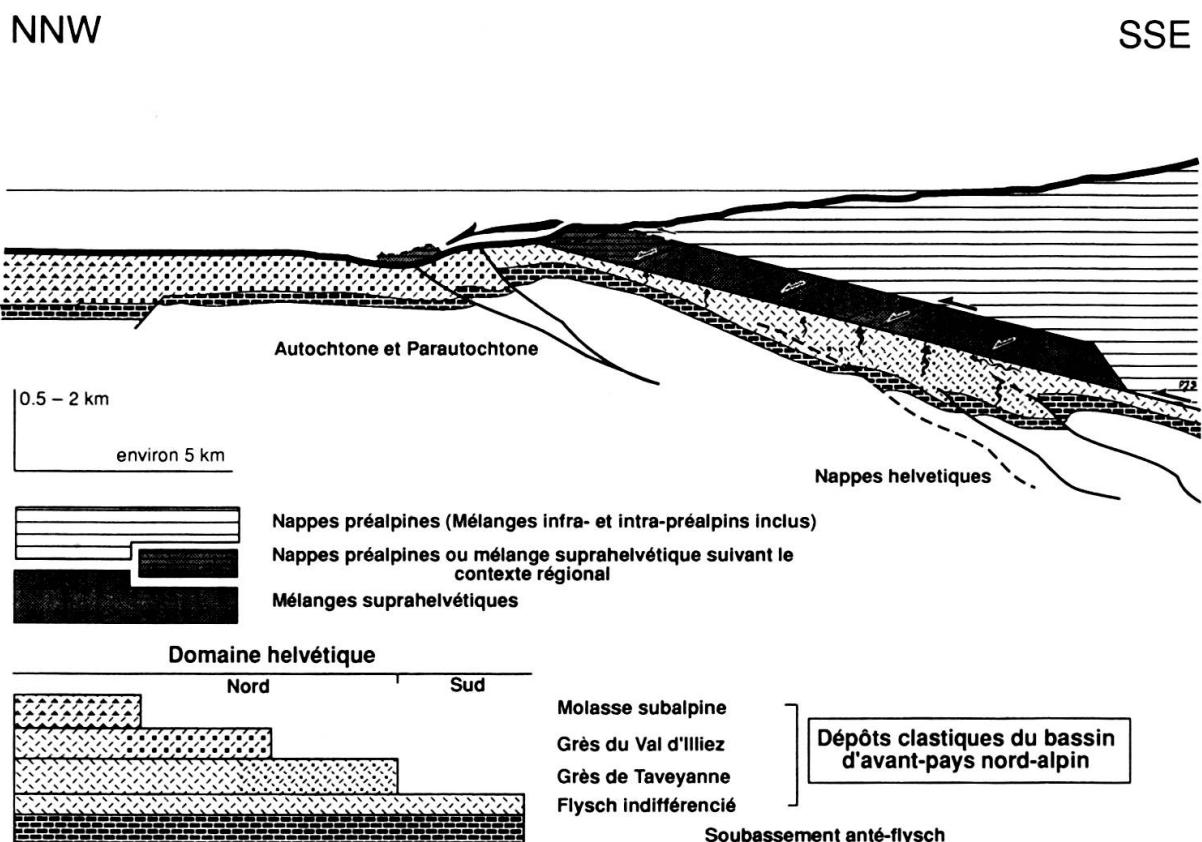


FIG. 8.

Hypothèse tectonique (pour le moment en deux dimensions) de la genèse des mélanges subalpins par «dewatering» progressif des flyschs (ici delphino-helvétiques, mais ce phénomène peut être appliqué dans de nombreuses situations de l'avant-pays alpin) avec échappement des fluides dans les zones de cisaillement associées au chevauchement des Préalpes: mélanges supralineaux – mélanges infra-préalpins. Pour ces derniers, il faut invoquer soit des complications tectoniques précoces ou des mouvements longitudinaux par rapport à la chaîne actuelle, soit des olistostromes «briançonnais» (en traitillé: trace d'un futur chevauchement hétérochronie, tardif).

Le chevauchement explique également la présence de nombreuses lentilles de GT entre le col de l'Oulette et la Clusaz. Il semble naturel de les interpréter comme des corps chenalisés au sommet des GT, dissociés par la déformation induite par le chevauchement du massif des Aravis: ce sont des «Broken Formations» qui affectent le sommet de GT. Il est normal d'admettre que la masse sédimentaire, faite de parties fines sous-compactées (silts and clays) peut se comporter mécaniquement comme un fluide, expliquant ainsi la difficulté, voire l'impossibilité, de reconnaître les chevauchements sur le terrain.

Dans le secteur des Annes, le volume principal des mélanges subalpins contient uniquement des lentilles de Couches Rouges subbriançonnaises (CARON *et al.*, 1967). C'est donc un mélange monogénique monomicte ou polymicte, lié au Préalpes. Pour cette raison, on peut l'appeler, avec le flysch à blocs du Nantbellet, mélange infrapréalpin.

Les lentilles 1- de flysch à Helmintoïde (CARON *et al.*, 1967), 2- de rares brèches paléocènes et calcaires jurassiques (attribuées à l'«Ultrahelvétique») semblent jalonner des contacts à la base des mélanges (CHAROLLAIS, 1986 et observations personnelles). Il faut y voir une cicatrice des unités inférieures de Sulens, donc probablement un équivalent du Mélange suprahelvétique de Suisse Occidentale.

#### e) Aspect biostratigraphique des mélanges

Contrairement au GVI, aucune donnée biostratigraphique, dans les blocs ou dans la matrice, ne permet actuellement d'estimer un âge plus jeune que l'Eocène supérieur pour les roches du mélange subalpin.

### 5. Discussion

D'une manière générale, la plupart des faits énumérés ci-dessus suggèrent de séparer les mélanges supra-subalpins (et infra-préalpins) des sédiments chaotiques tertiaires du substratum delphino-helvétique.

A l'interprétation classique qui veut que ces ensembles chaotiques soient des olistostromes développés au front des nappes, il est possible d'opposer d'autres solutions.

D'une part, les lignes qui précèdent ne remettent pas forcément en cause la nature sédimentaire des mélanges subalpins mais principalement leur localisation «autochtone». Il reste tout à fait plausible de penser que ces olistostromes se sont formés dans des régions plus méridionales comme les domaines subhelvétique, valaisan ou briançonnais et qu'ils sont venus chevaucher le domaine delphino-helvétique par la suite (voir BADOUX, 1967, 1988).

D'autre part, en regard de l'agencement de ces mélanges et de leur déformation, une alternative purement tectonique est possible. En effet, on peut supposer que le chevauchement des Préalpes était relativement rapide, *i.e.* que sa vitesse était tout à fait comparable, voire supérieure, aux vitesses de déplacement observées dans des prismes d'accrétion actuels (soit au moins 1-2 cm/an, JEANBOURQUIN *in prép.*). Dans ces conditions, d'importants volumes de sédiments sous-compactés (jusqu'à 50% fluides, LATELTIN, 1988) ont été enfouis rapidement sous le chevauchement des Préalpes. Pour

comprendre l'échappement progressif des fluides («dewatering») durant les chevauchements préalpins, on peut se référer aux modèles proposés dans certains prismes d'accrétion (par exemple MOORE *et al.*, 1986, MOORE, 1989). Les fluides vont être expulsés vers le haut et vers l'extérieur de la chaîne par des conduits (fig. 8), en général des zones de cisaillement dont la perméabilité peut être jusqu'à mille fois supérieur à celle des sédiments (MOORE *et al.*, 1991). Suivant l'évolution des perméabilités dans ces zones, des pressions fluides anormalement élevées pourront s'établir et faciliter ainsi le cisaillement. L'écoulement des fluides va engendrer: des processus de dissolution/recristallisation conduisant à la formation d'une matrice très argileuse, peu carbonatée mais intensément veinée, de la cataclase ainsi que de la remobilisation de grains (formation de «pebbly mudstone» tectoniques, BARBER *et al.*, 1988).

Dans ces conditions, l'hypothèse d'une genèse purement tectonique (plusieurs épisodes) mérite d'être retenue pour les mélanges supra-subalpins du synclinal de Thônes.

## 6. Conclusion

Dans le synclinal de Thônes, il faut absolument séparer les mélanges qui supportent les klippes et la sédimentation chaotique de la série des GVI du massif de Bornes.

Alors qu'à Sulens le sommet des GT est clairement structural, aux Annes, il y a suffisamment d'indices qui permettent de douter du contact stratigraphique des mélanges sur les GT du massif des Aravis.

Les mélanges du synclinal de Thônes (secteur I, fig. 1) sont, en partie, différents de ceux des autres secteurs (II, III, IV, fig. 1) pour différentes raisons:

- ils mettent en contact des équivalents des Préalpes médianes et les sédiments turbiditiques de l'avant-pays;
- lorsqu'ils contiennent principalement des éléments des roches subbriançonnaises des Préalpes ce sont des mélanges infra-préalpins, comme aux Annes; ils peuvent être comparés au Mélange infra – Brèche du secteur II de la fig. 1 (JEANBOURQUIN *et al.*, 1992) ou éventuellement au mélange de Habkern du secteur IV de la fig. 1 (BAYER, 1982);
- lorsqu'ils contiennent des lames sudhelvétiques au contact avec le Tertiaire des massifs subalpins, comme à Sulens, ils montrent de nombreuses similitudes avec les mélanges suprahelvétiques des secteurs II et III de la fig. 1 (JEANBOURQUIN *et al.*, 1992, JEANBOURQUIN & GOY, 1992, JEANBOURQUIN, 1991 et 1992).

L'hypothèse d'une genèse sédimentaire reste plausible mais des mouvements tectoniques ont alors amené les olistostromes dans leur position actuelle (BADOUX, 1988), juxtaposant dans le synclinal de Thônes, un ensemble chaotique déformé et un matériel purement sédimentaire (dans les GVI). Toutefois, une genèse purement tectonique des mélanges subalpins par une succession de zones de cisaillement où la migration des fluides joue un rôle important, est aussi parfaitement adaptée.

## Remerciements

Je remercie chaleureusement J. Charollais et R. Plancherel, lecteurs attentifs du manuscrit, pour leurs critiques et leurs conseils ainsi que le Fonds national suisse de la recherche scientifique pour son soutien financier. Ma gratitude va à C. Caron, initiateur de ce travail, pour son soutien logistique.

## Bibliographie

- BADOUX, H. 1967: De quelques phénomènes sédimentaires et gravifiques liés aux orogenèses. *Eclogae geol. Helv.* 60, 399-406.
- 1988: L'Ultrahelvétique inférieur en Suisse romande. *Bull. Soc. Frib. Sci. nat.* 77, 143-152.
- BARBER, T. & BROWN, K. 1988: Mud diapirism: the origin of melanges in accretionary complexes. *Geol. Today* 3, 91-94.
- BERGER, J.P. 1990: Tableau comparatif des corrélations de l'Oligo-Miocène et position stratigraphique de la Molasse suisse. *Abstr. 170e Réun. Soc. géol. Suisse*, Genève.
- CARON, C., CHAROLLAIS, J., & ROSSET, J. 1967: Eléments autochtones et éléments allochtones des klippes des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci., Grenoble* 43, 47-62.
- CAS, R.A.F., & WRIGHT, J.V. 1987: *Volcanic successions, modern and ancient. A geological approach to processes, products and successions*. Allen & Unwin, London, Boston, Sidney and Wellington.
- CHAPLET, M. 1989: Etude géologique du Massif subalpin des Bornes (Haute-Savoie). Thèse, Univ. Savoie, Chambéry, 218 p.
- CHAROLLAIS, J. 1986: *Carte géologique de la France au 1:50000, feuille Annecy-Bonneville No. 678 (XXXIV/30)*, carte et notice, BRGM, Orléans 139 p.
- CHAROLLAIS, J., HOCHULI, P.A., OERTLI, H. J., PERCH-NIELSEN, K., TOUMARKINE, M. & RÖGL F. 1980: Les Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta* des chaînes subalpines septentrionales (Haute-Savoie, France). *Eclogae geol. Helv.* 73, 9-69.
- CHAROLLAIS, J. & JAMET, M. 1990: Principaux résultats géologiques du forage Brizon 1 (BZN 1) Haute-Savoie, France. *Mém. h.s. Soc. géol. France N.S* 156, 185-202.
- CHAROLLAIS, J. & ROSSET, J. 1965: Observations sur les séries marno-micacées du synclinal du Reposoir (Haute-Savoie). *Bull. Soc. géol. France* 7/VII, 64-79.
- DIDIER, J. & LAMEYRE, J. 1978: Les brèches volcaniques du Merdassier (syndclinal de Thônes, Haute-Savoie), élément nouveau dans le débat sur l'origine des grès de Taveyanne. *C.R. Acad. Sci. (Paris)* 286, 583-585.
- DOUDOUX B., CHAPLET M. & TARDY, M. 1987: Les séries marines paléogènes post-lutétiennes du massif des Bornes (Alpes occidentales). *Géol. alp., Grenoble, Mém. h.s.* No. 113.
- EPARD, J.L. 1990: Géologie des chaînes subalpines entre Mont-Blanc, Aiguilles-Rouges et Belledone. *Abstr. 170e Réun. Soc. géol. Suisse*, Genève.
- FISCHER, H. & VILLA, I.M. 1989: Erste K/Ar und 40Ar/39Ar-Hornblende-Mineralalter des Taveyannaz-Sandsteins. *Bull. suisse Minéral. Pétrogr.* 70, 73-75.
- GIRAUD, J.-D. 1983: L'Arc andésitique paléogène des Alpes Occidentales. Thèse Univ. Nice, 378 p.
- GUELLEC, S., TARDY, M., ROURE, F. & MUGNIER, J.L. 1989: Une interprétation tectonique nouvelle du massif subalpin des Bornes (Alpes occidentales): apports des données de la géologie et de la géophysique profondes. *C.R. Acad. Sci. (Paris)* 309, II, 913-920.
- HAQ, B.L., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. 1987: The new chronostratigraphic basis of Cenozoic and Mesozoic Sea Level Cycles. *Soc. Econ. Paleont. Mineral.* 42, 71-108, chart version 3.1B.
- HOMWOOD, P. & LATELTIN, O. 1988: Classic Swiss Clastics, the alpine connection. *Geodynamica Acta (Paris)* 2, 1, 1-11.

- HUGGENBERGER, H. & WILDI, W. 1991: La tectonique du massif des Bornes (Chaînes Subalpines, Haute-Savoie, France). *Eclogae geol. Helv.* 84/1, 125-149.
- JEANBOURQUIN, P. 1991: L'«Ultrahelvétique» de Derborence (Valais, Suisse). *Bull. Soc. Valais. Sci. nat., la Murithienne* 109, sous presse.
- 1992: «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.*, sous presse.
- JEANBOURQUIN, P. & GOY-EGGENBERGER D. 1991: Les mélanges au front de la nappe de Morcles. *Géologie Alpine*, sous presse.
- JEANBOURQUIN, P., KINDLER, P. & DALL'AGNOLO, S. 1992: Les mélanges des Préalpes Internes entre Arve et Rhône (Alpes occidentales franco-suisses). *Eclogae geol. Helv.* 85/1, 59-83.
- LATELTIN, O. 1988: Les dépôts turbiditiques oligocènes d'avant-pays entre Annecy (Haute-Savoie) et le Sanetsch (Suisse) – Grès de Taveyanne et du Val d'Illiez. Thèse Univ. Fribourg, No. 949, 127 p.
- LATELTIN, O. & MÜLLER, D. 1987: Evolution paléogéographique du bassin des Grès de Taveyannaz dans les Aravis (Haute-Savoie) à la fin du Paléogène. *Eclogae geol. Helv.* 80, 127-140.
- MOORE, J.C. 1989: Tectonics and hydrogeology of accretionary prisms: role of the décollement zone. *J. struct. Geol.* 11, 1/2, 95-106.
- MOORE, J.C., BROWN, K.M., HORATH, F., COCHRANE, G., MACKAY, M. and MOORE, G. 1991: Plumbing accretionary prisms: effects of permeability variations. In: The behaviour and influence of fluids in subduction zones (TARNEY, J., PICKERING, K.T., KNIPE, R.J. and DEWEY J.F. eds). *Phil. Trans. Royal Soc. London, series A*, vol. 335, no 1638, 275-288.
- MOORE, J.C., ROESKE, S., LUNDBERG, N., SCHOONMAKER, J. COWAN, D.S., 1986: Scaly fabrics from Deep Sea Drilling Project cores. In: Structural Fabric in Deep Sea Drilling Project Cores From Forearcs (MOORE, J. CASEY ed.). *Mem. Geol. Soc. Amer.* 166, 55-74.
- MORET, L. 1934: Géologie du Massif des Bornes et des klippes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). *Mém. h.s. Soc. géol. France N.S.*, 22, 162 p.
- PAIRIS, J.L. 1988: Paléogène marin et structuration des Alpes occidentales françaises (domaine externe et confins sud-occidentaux du Subbriançonnais). Thèse, Univ. Grenoble.
- PICKERING, K.T., HISCOCK, R.N. & HEIN, F.J. 1989: *Deep marine environments. Clastic sedimentation and tectonics*. Unwin Hyman, London.
- RAAF, M. de 1934: La géologie de la nappe du Niesen entre la Sarine et la Simme. *Matér. Carte géol. Suisse N.S.* 68.
- ROSSET, J., CHAROLLAIS, J., TOUMARKINE, M. MANIVIT, H., CHATEAUNEUF, J.-J. & SCHAUB, H. 1976: Présentation des différentes unités du synclinal de Thônes (Haute-Savoie, France). *Eclogae geol. Helv.* 69, 359-402.
- SAWATZKI, G.G. 1975: Etude géologique et minéralogique des Flyschs à grauwackes volcaniques du synclinal de Thônes (Haute-Savoie, France). Grès de Taveyanne et Grès du Val d'Illiez. Thèse, Univ. Genève.
- STALDER, P.J. 1979: Organic and inorganic metamorphism in the Taveyannaz sandstone of the Swiss Alps and equivalent sandstones in France and Italy. *J. sediment. Petrol.* 49, 2, 463-482.
- VILLARS, F., MÜLLER, D. & LATELTIN, O. 1988: Tectonique synsédimentaire paléogène: une nouvelle interprétation de la structure du Mont Charvin (Haute-Savoie, Chaînes subalpines septentrionales, France). *C.R. Acad. Sci. (Paris)* 307/II, 1087-1090.
- VITALLY, G. 1980: Etude géologique des manifestations du volcanisme paléogène des Alpes Franco-Italiennes. Les grès de Taveyannaz et le porphyre de Biella. Thèse 3e cycle, Univ. de Bretagne occidentale, 184 p.
- VUAGNAT, M. 1983: Les grès de Taveyanne et les roches similaires: vestiges d'une activité magmatique tardi-alpine. *Mem. Soc. Geol. It.* 26, 39-53.