



HAL
open science

Séquences de tempêtes dans les Préalpes Médiannes (Suisse Romande), du Rhétien au Toarcien

Monique Mettraux

► **To cite this version:**

Monique Mettraux. Séquences de tempêtes dans les Préalpes Médiannes (Suisse Romande), du Rhétien au Toarcien. 1987, pp.157-165. insu-00514831

HAL Id: insu-00514831

<https://insu.hal.science/insu-00514831>

Submitted on 3 Sep 2010

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

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

SEQUENCES DE TEMPETE DANS LES PREALPES MEDIATEES (SUISSE ROMANDE), DU RHETIEN AU TOARCIEEN

Par Monique METTRAUX*

RESUME. - Les sédiments de la Nappe des Préalpes Médianes se sont accumulés sur la marge Nord-téthysienne lors de sa phase de subsidence et d'extension. Les dépôts de tempête du Rhétien au Toarcien sont brièvement décrits et analysés dans ce travail.

Trois groupes de séquences de tempête ont été reconnus. L'analyse de leurs faciès et microfaciès a permis l'interprétation des processus de dépôt et des environnements de sédimentation.

1. Durant le "Rhétien", les ouragans redistribuaient les sédiments mixtes d'une lagune peu profonde à tendance émergitive. Ces séquences de tempête sont tantôt infratidales, tantôt supratidales.

2. Le détritisme siliciclastique s'intensifiait à la limite Trias-Jurassique. Les couches de tempête indiquent un milieu de dépôt franchement infratidal; les tempêtes sont des bancs granoclassés coiffés de rides de vagues. La quantification à partir des structures sédimentaires nous indique une profondeur maximale de 9 à 15 m. Estimée par la même voie d'analyse, l'étendue des lagunes ne devait pas dépasser 50 km.

3. Enfin, lors de l'approfondissement différentiel du bassin au Jurassique inférieur, les séquences mamelonnées (de type HCS) se développaient entre les seuils (par endroits émergifs) et les fonds de bassin. Les séquences montrent de fortes variations selon la nature argileuse, siliceuse ou carbonatée du sédiment. L'évolution de ces faciès permet de mieux cerner la dynamique du bassin.

ABSTRACT. - Extensional half-graben basins of the North-Tethyan margin (Medianes Nappe, Swiss Prealps) accumulated Mesozoic sediments within a variety of depositional environments at very shallow to intermediate depths. In this study, we focus on storm deposits of the upper Trias and Lias.

Three storm associated facies sequences have been recognized. Facies and microfacies analyses have allowed us to interpret both processes and depositional environments of these deposits.

1. During the "Rhaetian", hurricanes and intense winter storms redistributed carbonate/clastic mixed sediments across a shallow and emergent lagoon. These storm sequences are subtidal or supratidal.

2. Siliciclastics became progressively more important at the Trias-Jurassic limit. The storm deposits were now subtidal; they are graded layers with wave ripple marks. Quantitative analysis of ripple marks indicates depths between 9 and 15 m. By the same analyses, the fetch of these lagoons should not have exceeded 50 km.

3. Finally, with differential subsidence of the basin during Early Jurassic, hummocky cross stratification developed between locally emergent ridges and basins. Here, the different sequences are due to varying composition of the sediment: marly, siliceous or carbonate. The evolution of these facies allows a better understanding of the dynamics of the basin.

* Institut de Géologie de l'Université, CH-1700 Fribourg, Suisse.

INTRODUCTION

La nappe des Préalpes Médiannes est une nappe de chevauchement d'origine pennique. Elle forme l'ossature des unités préalpines (Fig. 1). Sa série stratigraphique s'étend du Trias au Tertiaire. Les coupes étudiées pour ce travail comprennent des sédiments d'âge "Rhétien" à Toarcien. Lemoine (1984) intègre cette stratigraphie dans un modèle de blocs basculés le long de failles listriques normales à partir d'un profil palinspastique relativement détaillé de Baud & Septfontaine (1980).

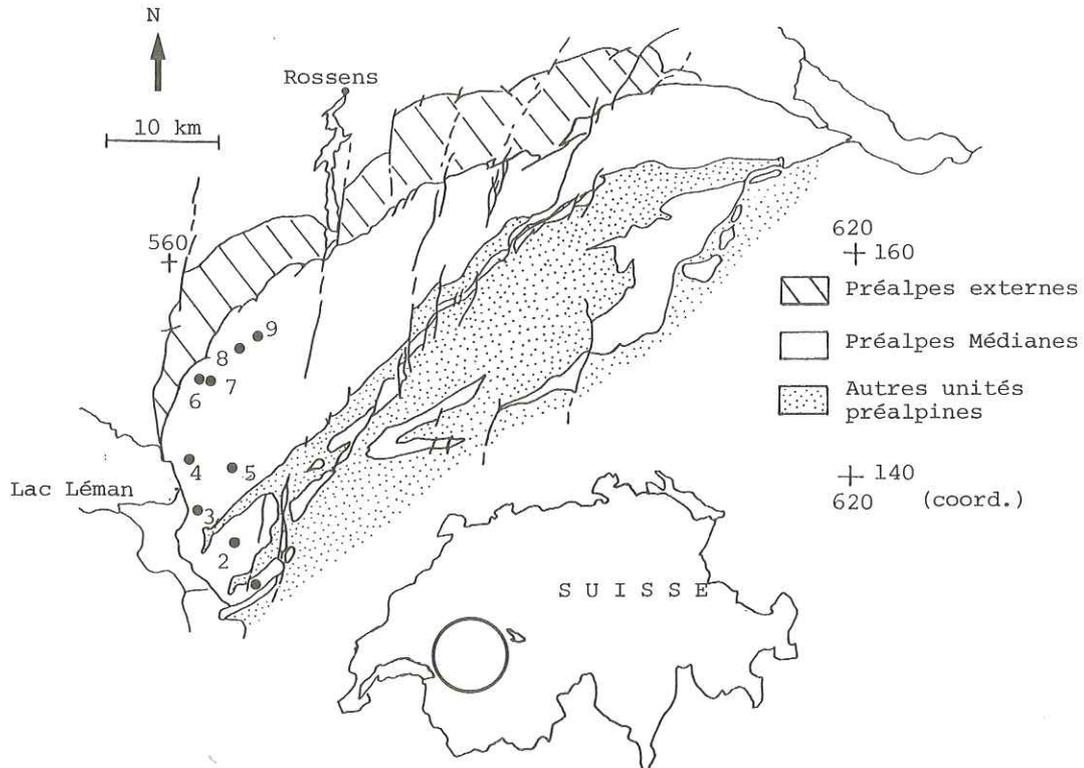


Fig. 1 : Carte schématique des Préalpes Médiannes et unités encadrantes, modifiée selon R. Plancherel (1979), et localisation des coupes :

- | | | |
|----------------|------------------|-------------------|
| 1. La Douve | 4. Montreux | 7. Dévin 2 |
| 2. Plan Falcon | 5. Col de Chaude | 8. Gros Molojy |
| 3. Arvel | 6. Dévin 1 | 9. Par aux Boeufs |

L'histoire téthysienne a commencé au Permien tardif (Trümpy, 1980) pour le segment des Alpes occidentales nous concernant. La configuration de la marge Nord de la Téthys est étroitement liée au régime distensif qui affecte cette "plate-forme". Une analyse dynamique (travaux en cours avec J. Mosar) nous permet de mettre en évidence des failles distensives, originellement orientées N-NE à S-SW et E-W, actives au moment du dépôt. Celles-ci contrôlaient la subsidence et juxtaposent, au Lias, des hauts-fonds néritiques (émersifs ou émergés) avec des "bassins" de moyenne profondeur. On observe des remplissages de fissures neptuniens, des mégabrèches et des basculements et glissements du N vers le S, durant le Lias supérieur.

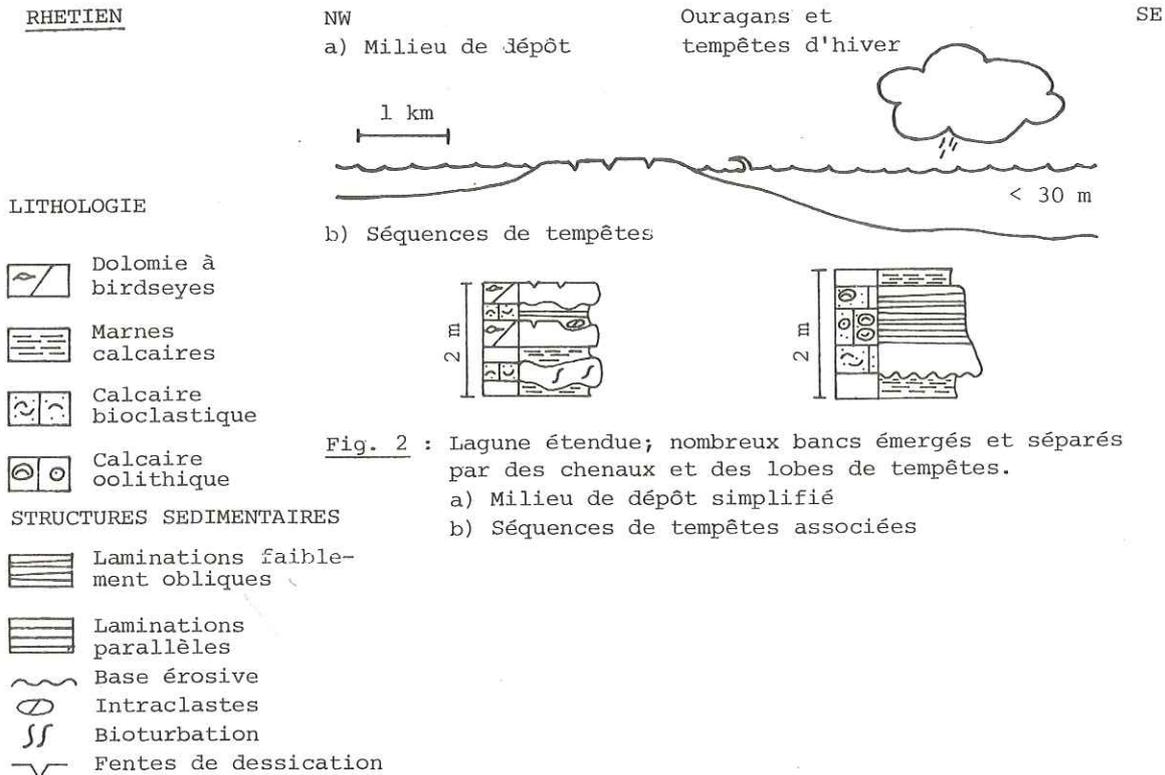
Les séquences de tempête triasiques et liasiques sont l'objet de ce travail, car elles documentent de manière précise la subsidence et nous permettent, dès lors, de mieux cerner l'évolution de cette partie de la marge.

SEDIMENTOLOGIE

Les séquences de tempête

Trois associations de faciès de tempête sont mises en évidence :

1. La première association de séquences de tempête (d'âge "Rhétien"), est une alternance de marnes et de bancs calcaires bioclastiques à bases érosives et lamines parallèles granoclassées, et parfois légèrement obliques entrecroisées. On observe de nombreuses fentes de dessiccation dans des niveaux de dolomicrite (Fig. 2b).

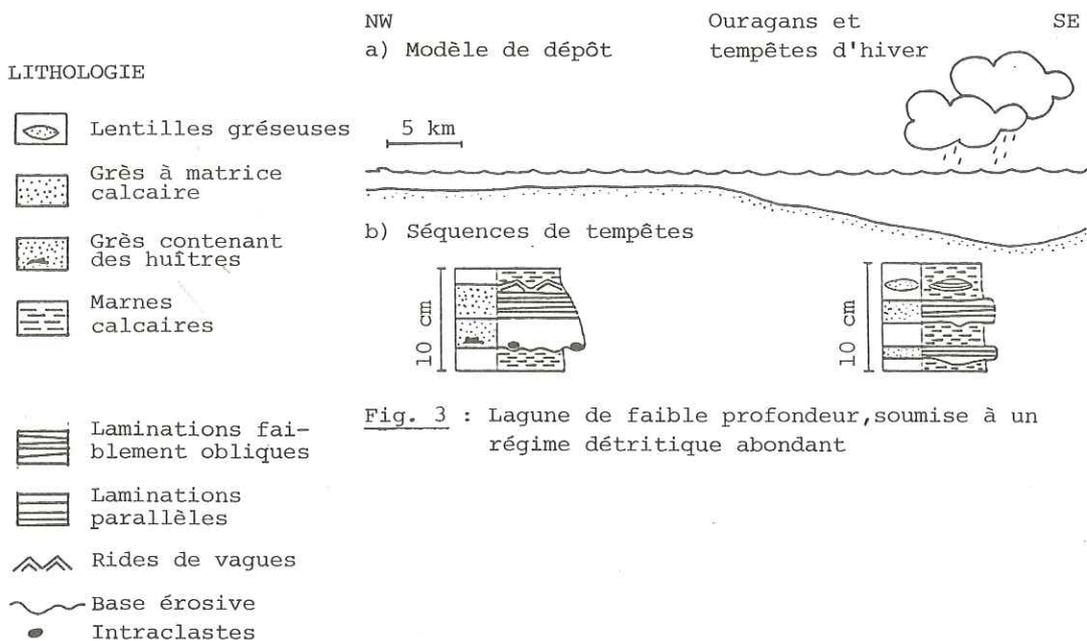


Les calcaires bioclastiques contiennent de 30 à 60% d'éléments figurés avec un pourcentage de quartz détritique de 5 à 15%. Ces grains de quartz sont d'une taille très petite : 0.016 mm. Les bioclastes sont des fragments de coquilles de Lamelli-branches, de Brachiopodes, de Gastéropodes, d'Ostracodes, de rares Foraminifères benthiques, et les mêmes éléments peuvent former les noyaux d'ooïdes. La composition de la matrice micritique est carbonatée-argileuse. Les marnes contiennent des dents et écailles de poissons (*Saurichtys*, *Acrodus*), des débris squelettiques d'Ophiures, des Echinides, de rares entroques. Un niveau de marnes carbonatées a fourni des vertèbres d'Ichtyosaure et deux dents de Dinosaures (en préparation par H. Furrer, ETH-Zürich). Les Lamellibranches constituent la majorité de la faune.

Les coraux ne forment que des constructions très réduites ("patch"), mais celles-ci sont très diverses. Les données sédimentologiques actuelles et paléontologiques (Jeannet, 1912-1918) nous permettent d'interpréter ce milieu comme une lagune peu profonde aux nombreux bancs vaseux ou sableux par endroits émergés, soumis à un régime de tempêtes (Fig. 2a). En outre, la plupart des épibiontes sessiles présents dans ces niveaux ont des coquilles épaisses et des formes allongées qui leur permettent de mieux se protéger des vagues et courants intenses. Les valves irrégulières de *Rhaetavicula contorta*, très commun dans ces faciès, sont bien appropriées à l'orientation de l'animal, lorsque celui-ci est soumis à l'influence des courants (McKerrow, 1978). L'association 1 s'observe aux localités suivantes (Fig. 1) : Plan Falcon, Montreux, Dévin 1, Dévin 2, Gros Molojy, Par aux Boeufs.

2. La deuxième association de faciès de tempête est une alternance de marnes et d'arénites-siltites, à bases érosives, avec lamines granoclassées se terminant fréquemment par des rides de vagues au sommet de la couche. Ces arénites-siltites ont une matrice micritique carbonatée-argileuse. Les éléments figurés sont bien triés. Ce sont des grains de quartz monocristallins subanguleux à subarrondis de 0.250 mm à 0.016 mm, quelques feldspaths et micas. Dans certains niveaux amalgamés, la glauconie est présente. La bioturbation se manifeste par des traces fossiles de type *Thalassinoides* et *Rhizocorallium*. La faune est composée essentiellement d'huîtres et d'autres Lamellibranches, et de débris de poissons dans les marnes. Les séquences développées dans ce type de faciès sont schématisées dans la figure 3b.

LIMITE TRIAS-LIAS



L'analyse microscopique en cathodoluminescence nous a permis de reconnaître les quartz monocristallins bruns (couleur de luminescence), typiques des dérivés de roches métamorphiques (Matter & Ramseyer, 1985). Ces séquences sont très semblables au modèle décrit par Aigner (1985) dans le Muschelkalk germanique. Nous pouvons

supposer que les sédiments siliciclastiques ont été vannés par le vent et concentrés sur le rivage (ce sont les produits d'érosion des socles varisques de la marge Nord de la Téthys ou sédiments continentaux associés), pour être ensuite redistribués lors des grandes tempêtes à travers ces lagunes étendues (Fig. 3a).

L'association 2 s'observe aux localités suivantes (Fig. 1) : La Douve, Plan Falcon, Montreux, Col de Chaude, Dévin 1, Dévin 2.

3. La troisième association de faciès de tempête affecte des sédiments de nature variée : des calcarénites à entroques avec glauconie et extraclastes dolomitiques (granulométrie moyenne : 500 μm et bon tri des éléments); des calcaires micritiques contenant de nombreux spicules de spongiaires, des calcaires (wackestone) à débris d'entroques et extraclastes dolomitiques et des marnes. Les contacts primaires des bancs sont généralement érosifs à la base, et ondulés au sommet. Les structures sédimentaires primaires sont des laminations faiblement obliques, caractéristiques de la stratification mamelonnée ("hummocky cross stratification"; Harms et al., 1975; Dott & Bourgeois, 1982; Guillocheau, 1983). Les longueurs d'onde et amplitudes des "mamelons" sont plus faibles (60 cm/5 cm) dans les calcarénites à entroques que dans les calcarénites plus fines à spicules de spongiaires (> 100 cm/10 cm).

LIAS

LITHOLOGIE

 Calcaire à entroques et grains dolomitiques

 Marnes argileuses

 Calcaire et grains de glauconie

STRUCTURES SEDIMENTAIRES

 Litage mamelonné (HCS)

 Pédogenèse siliceuse et karstification

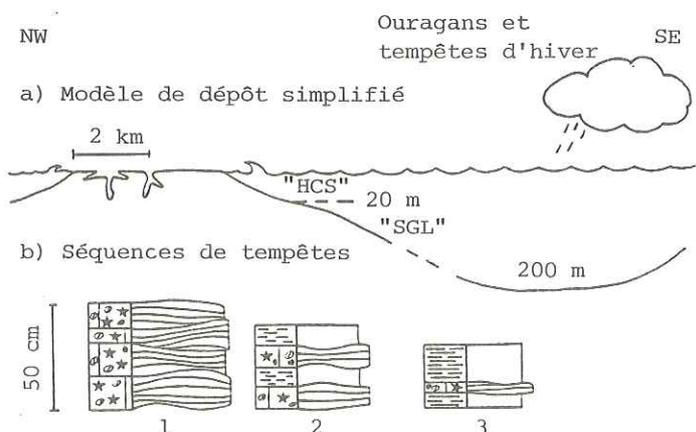


Fig. 4 : Seuils parfois émergés et bassins "moyennement profonds"

1. "HCS" : stratification oblique mamelonnée
2. "SGL" : Couches de tempêtes granoclassées
3. Tempestites distales

Certains bancs nous montrent des laminations faiblement obliques tangentielles associées à la stratification oblique mamelonnée. Les alternances de marnes et bancs calcaires granoclassés dont l'épaisseur varie latéralement, sont des "storm graded layers" (Reineck & Singh, 1973). Enfin dans les niveaux à base érosive, calcarénite granoclassée passant à une calcilutite sombre (Mettraux et al., 1986), nous reconnaissons les tempestites distales (Aigner, 1985) où des dépôts de tempête alternent avec des boues hémipélagiques (Fig. 4b).

Cette troisième association de faciès de tempête se manifeste dans un domaine où des hauts-fonds séparaient des bassins de 5 à 10 km de large. Ces dimensions sont interprétées à partir de la répartition régionale des faciès (par ex. Plancherel & Weidmann, 1972; Berchten, 1982). Les séquences se situaient de part et d'autre de la limite d'action des vagues (Fig. 4a). L'association 3 s'observe aux localités suivantes (Fig. 1) : Montreux, Arvel.

QUANTIFICATION

La quantification du régime de la houle peut être faite selon la méthode développée par Allen (1984) et Diem (1985). Les relations entre les rides de vagues et les caractéristiques des vagues sont relativement simples s'il s'agit de rides de vortex. Dans ce cas, l'indice de forme vertical (VFI), qui se calcule en divisant la longueur d'onde par l'amplitude, devrait être inférieur à 7.5 (Allen, 1984); mais en tenant compte de la compaction, on peut admettre des valeurs montant à 9 (Diem, 1985).

Les trois paramètres observés sont :

- la distance d'une crête de ride de vague à la prochaine (longueur d'onde) : λ (cm)
- la distance entre le creux de la ride et le sommet en ligne perpendiculaire (amplitude) : α (cm)
- la granulométrie du sédiment modelé par ces rides de vagues symétriques (estimation visuelle à partir d'une échelle granulométrique standard) : ϕ (μm)

Les valeurs obtenues pour la deuxième association de faciès nous indiquent des paléo-profondeurs maximales de 9 à 15 m. Ces chiffres correspondent uniquement aux séquences se terminant par des rides de vagues symétriques au sommet (Fig. 5).

No	ϕ (μm)	λ (cm)	α (cm)	Tmax (S)	Dmax (m)
1	200	11	1,3	4,06	13,40
2	200	11	1,3	3,84	11,61
3	200	11,5	1,4	3,97	10,36
4	250	7,2	1,2	2,80	6,50
5	250	9,3	1,4	3,39	9,2
6	250	10,1	1,2	3,60	10,31
7	250	8,5	1,0	3,17	8,13
8	250	10,4	1,3	3,68	10,74
9	250	9,5	1,4	3,44	9,47
10	250	12,3	1,5	4,18	13,58
11	250	14	1,6	4,6	16,33
12	250	16	1,8	5,09	19,8
13	250	11,5	1,4	3,97	12,36
14	250	9	1,0	3,31	8,79
15	250	9,2	1,2	3,36	9,06
16	250	9,5	1,2	3,44	9,47

Fig. 5

Tableau des données :

Localités étudiées :

1-3 Dévin

4-13 Plan Falcon

14-16 La Douve

Paramètres :

ϕ = granulométrie

λ = longueur d'onde

α = amplitude

Résultats

Tmax = périodes maximales des vagues

Dmax = profondeur maximale de la tranche d'eau

L'absence de rides de vagues au sommet de certains niveaux peut s'expliquer de deux manières : soit les sédiments s'étaient déposés au-dessous de la limite de base d'action des vagues, soit au contraire ils étaient déposés au-dessus de cette limite et étaient fréquemment érodés, ce qui produirait les amalgamations. L'utilisation des périodes de vagues (Fig. 6a) selon Neumann (1953) nous permet d'obtenir la dimension du bassin (fetch). Ces lagunes ne devaient pas dépasser 50 km (Fig. 6b).

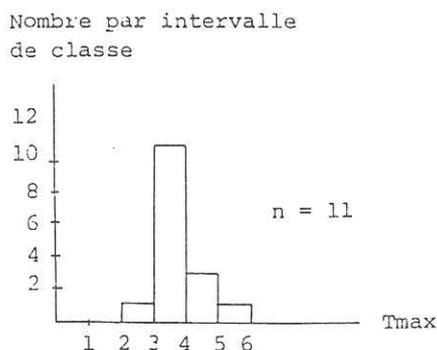
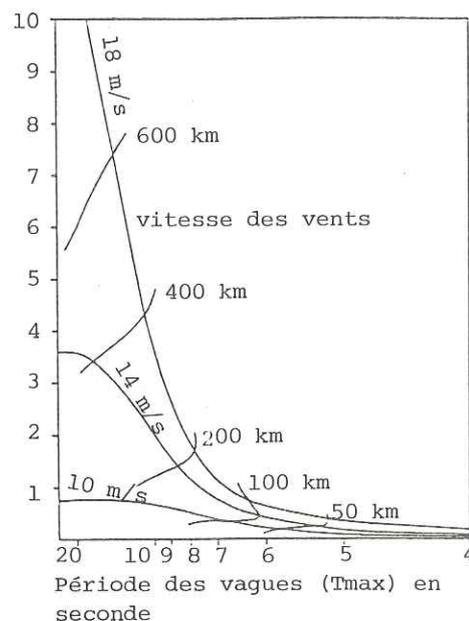


Fig. 6a : Histogramme des périodes de vagues

Fig. 6b : Spectre des densités d'énergie limitant les largeurs du bassin, par rapport à la périodes des vagues selon Neumann (1953, in Allen, 1984)



DISCUSSION

L'action des vagues exceptionnelles est vraisemblablement liée aux tempêtes (cyclones et ouragans, Marsaglia & Klein, 1983). Les accumulations ayant la structure mamelonnée sont probablement dues aux courants géostrophiques surimposés aux vagues de longue période, en eaux situées aux alentours de la profondeur de base de l'action des vagues (Swift et al., 1983; Allen, 1985). Les calcarénites passant aux calcilutites en seraient les équivalents un peu plus profonds, là où l'énergie des tempêtes ne suffit plus à éroder la boue déposée entre deux événements de haute énergie.

Si l'on examine le degré de confiance de la quantification, il est nécessaire de préciser que celle-ci est établie sur un nombre de mesures restreintes. En effet, de nombreuses mesures révélaient un indice vertical de forme (VFI) supérieur à 9. Néanmoins, les valeurs obtenues restent assez constantes dans l'ensemble, qu'il s'agisse des données dans la partie NW de la Nappe des Préalpes Médiannes ou celles dans les coupes situées plus au SE. Nous pouvons dès lors estimer les paléoprofondeurs et dimensions des lagunes qui devaient être reliées à un littoral situé encore plus au NW ou NE. Il serait intéressant de comparer ces données avec des mesures provenant d'autres unités de positions paléogéographiques voisines.

Alors que les séquences de tempête nous permettent d'estimer les paléoprofondeurs qui sont nécessaires pour déterminer les taux de subsidence, la combinaison des données de sédimentologie et de pétrographie sédimentaire permettent de juger de l'importance relative des contrôles de la dynamique. Par exemple, pour les niveaux au détritisme abondant de la limite Trias-Lias, un contrôle eustatique (légère remontée du niveau marin) expliquerait la maturation et le bon tri granulométrique des grains détritiques. Ces caractéristiques nous montrent un recyclage des dépôts plus anciens. La granulométrie très fine nous permet de supposer un processus éolien pour le vannage et l'accumulation de ces grains dans les zones côtières. Cette association de faciès est la seule de la série ("Rhétien"-Toarcien) que nous retrouvons dans l'en-

semble de la nappe, sans changement latéral ni forte variation d'épaisseur. Un contrôle tectonique est plus difficile à concevoir : en effet, dans ce cas, il y aurait une faible maturité pétrographique ainsi que de fortes variations d'épaisseurs et de faciès dépendant de la structuration (Fig. 7). L'interprétation étayée ici contraste fortement avec celle proposée pour des zones équivalentes dans les Alpes Françaises. En effet, Lemoine & Trümpy (1987) décrivent des séquences turbiditiques accumulées sous un régime structural actif.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier P. Homewood, F. Guillocheau et P. Allen pour les heures de discussion passées sur le terrain et au laboratoire. Je veux également exprimer ma gratitude à R. Plancherel qui a lu le manuscrit, M. Weidmann qui a mis à disposition matériel et documents inédits, et tout particulièrement F. Mauroux qui a dactylographié le texte. Ces travaux sont poursuivis dans le cadre d'une thèse à l'Institut de Géologie, Université de Fribourg (Prof. C. Caron), qui a pris en charge une bonne partie des frais.

Références

- AIGNER T. (1985). - Storm depositional systems. *Lecture Notes in Earth Sci.*, 3, 174 p. Springer, Berlin, New York.
- ALLEN P.A. (1984). - Reconstruction of ancient sea conditions with an example from the Swiss Molasse. *Marine Geol.*, 60, p. 455-473.
- ALLEN P.A. (1985). - Hummocky cross-stratification is not produced purely under progressive gravity waves. *Nature*, 313, p. 562-564.
- BAUD A. et SEPTFONTAINE M. (1980). - Présentation d'un profil palinspastique de la nappe des Préalpes Médiannes en Suisse occidentale. *Eclogae geol. Helv.*, 73/2, p. 651-660.
- BERCHTEN J.D. (1982). - Etude géologique des Préalpes Médiannes plastiques entre Teysachaux et Dent de Lys. Dipl. inédit Univ. Fribourg.
- DIEM B. (1985). - Analytical method for estimating paleowave climate and water depth from wave ripple marks. *Sedimentology*, 32/5, p. 705-720.
- DOTT R.H. and BOURGEOIS J. (1982). - Hummocky stratification : Significance of its variable bedding sequences. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 93, p. 663-680.
- GUILLOCHEAU F. (1983). - Les dépôts de tempêtes. Le modèle de l'Ordovicien moyen ouest armoricain. Thèse 3e cycle, Univ. de Bretagne occidentale, 223 p.
- HARMS J.C., SOUTHARD J.B., SPEARING D.R. and WALKER R.G. (1975). - Depositional environments interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. *Soc. Econ. Paleont. Min. Short Course*, 2, 161 p.
- JEANNET A. (1912-1918). - Monographie géologique des Tours d'Aï. 1. Stratigraphie de la nappe rhétique, du Trias et du Lias des Préalpes médiannes et de la zone interne. 2. Stratigraphie du Dogger, du Malm, du Crétacé, du Flysch et du Quaternaire. *Matér. Carte géol. Suisse*, N.L., 34.
- LEMOINE M. (1984). - La marge occidentale de la Téthys ligure. In "Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France", G. Boillot, coord., Masson éd., Paris, p. 158-217.
- LEMOINE M. and TRÜMPY R. (1987). - Pre-oceanic rifting in the Alps. *Tectonophysics*, 133, p. 305.
- MARSAGLIA K.M. and KLEIN G. de V. (1983). - The paleogeography of Paleozoic and Mesozoic storm depositional systems. *J. Geol.*, 91, p. 117-142.

- MATTER A. and RAMSEYER K. (1985). - Cathodoluminescence as a tool for provenance studies of sandstones. In "Provenance of arenites", G.G. Zuffa, ed., NATO, ASI Ser. C., 148, p. 191-211.
- McKERROW W.S., ed. (1978). - The ecology of fossils. Duckworth & Co Ltd, London, 383 p.
- METTRAUX M., DUPASQUIER C. et HOMEWOOD P. (1986). - Conditions de dépôt et diagenèse précoce du Toarcien inférieur des Préalpes Médiannes Romandes (Suisse). *Docum. Bur. Rech. géol. min.*, 110, p. 231-237.
- NEUMANN G. (1953). - On ocean wave spectra and a new way of forecasting wind-generated sea. *U.S. Army Corps Engineers, Beach Erosion Board, Techn. Mem.*, 43, 42 p.
- PLANCHEREL R. (1979). - Aspects de la déformation en grand dans les Préalpes Médiannes plastiques entre Rhône et Aar. Implications cinématiques et dynamiques. *Eclogae geol. Helv.*, 72/1, p. 145-214.
- PLANCHEREL R. et WEIDMANN M. (1972). - La zone anticlinale complexe de la Tinière (Préalpes médianes vaudoises). *Eclogae geol. Helv.*, 65/1, p. 75-91.
- REINECK H.E. and SINGH I.B. (1973). - Depositional sedimentary environments. Springer, Berlin, New York, p. 311-349.
- SWIFT D.J.P., FIGUEIREDO A.G. (Jr.), FREELAND G.L. and OERTLI, G.F. (1983). - Hummocky cross-stratification and megaripples : a geological double standard ? *J. sediment. Petrol.*, 53, p. 1295-1317.
- TRÜMPY R. (1980). - Geology of Switzerland, a guide-book. Part A : An outline of the Geology of Switzerland. *Comm. géol. suisse*, Wepf & Co, Basel, New York, 105 p.
- VAIL P.R., HARDENBOL J. and TODD R.G. (1984). - Jurassic unconformities, chronostratigraphy and biostratigraphy. In "International unconformities and hydrocarbon accumulation", J.S. Schlee, ed., *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 36, p. 129-144.