

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 86 (1993)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Sedimentology of the Upper Marine Molasse of the Rhône-Alp region, eastern France : implications for basin evolution  
**Autor:** [s.n.]  
**Bibliographie:** References  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-167238>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.01.2025

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

the Miocene into the Serravallian was characterized by the progradation of thick sandy wedges from the Alpine mountain belt into the seaway. An initially fine-grained tidal coastline was replaced by a conglomeratic marine fan-delta as the entire basin was translated westwards to the edge of the Massif Central.

3. The Miocene stratigraphy can be divided into two main stratigraphic sequences (*s.l.*), each with a major surface of marine onlap at its base. The first sequence, from early to late Burdigalian (21–23 Ma to 16.5–17.5 Ma), is found in the east of the study area, principally in the Chambéry, Rumilly and Novalaise Synclines. The top of the sequence (late Burdigalian) is marked by muddy shelf conditions and 7 km of offlap at the western margin of the basin. This is thought to have been associated with basin narrowing. The second sequence, from latest Burdigalian/early Langhian to Serravallian (16.5–17.5 Ma to 12–15 Ma) is recognized by rapid marine onlap towards the west of tidal deposits over Mesozoic basement, the western edge of the basin reaching as far west as the stable margin of the Massif Central. Encroachment of the sediment-nourished Alpine margin caused a major coarsening-up trend to develop. The precise linkage of stratigraphic history to events in the orogenic wedge has not yet been developed.

### Acknowledgements

JPB carried out this work during his tenure of a NERC research studentship. Advice was gratefully received from Jacques Perriaux (Grenoble) and Marc Tardy (Chambéry). The manuscript has been improved by the comments given by Tom Martel and Sanjeev Gupta (Oxford), Hugh Sinclair (Durham), Jean-Pierre Berger (Fribourg), Christian Beck (Chambéry) and Walter Wildi (Genève), and journal reviewers Albert Matter (Bern) and Jean-Louis Mugnier (Grenoble). Claire Carlton and Andrew Clark are thanked for the artwork.

### REFERENCES

- ALLEN, J. R. L. 1980a: Sandwaves: a model of origin and internal structure. *Sediment. Geol.* 26, 281–328.
- 1980b: Large transverse bedforms and the character of boundary layers in shallow water environments. *Sedimentology* 27, 317–323.
- 1981: Lower Cretaceous tides revealed by cross-bedding with mud drapes. *Nature* 289, 579–581.
- 1984: *Sedimentary Structures: their Character and Physical Basis*. Dev. Sedimentol. 30, Elsevier, Amsterdam.
- ALLEN, P. A., MANGE-RAJETZKY, M. A., MATTER, A. & HOMEWOOD, P. 1985: Dynamic palaeogeography of the open Burdigalian seaway, Swiss Molasse Basin. *Eclogae geol. Helv.* 78, 351–381.
- ALLEN, P. A., CRAMPTON, S. L. & SINCLAIR, H. D. 1991: The inception and early evolution of the North Alpine Foreland Basin, Switzerland. *Basin Res.* 3, 143–163.
- ANGLADA, R., GOURINARD, Y., LESUEUR, J.-L. & RUBINO, J.-L. 1988: Les séquences de dépôt du Burdigalien et du Langhien de Basse-Provence. Livret guide excursion A.S.F. 1988, Colloque: Paléobathymétrie, eustatisme et séquences de dépôt, Association Sedimentologique Française, Paris.
- ASSEMAT, S. 1991: Recherche et analyse des tidalites dans la molasse marine miocène du domaine subalpin, dans la région de Frangy-Rumilly-Aix-les-Bains. Mém. D.E.A. Univ. de Savoie, Chambéry.
- BASS, J. P. 1991: The Sedimentology and Basin Evolution of the Upper Marine Molasse of the Rhône-Alp Region, France. DPhil. thesis, University of Oxford.
- BEAUDOIN, B., CAMPREDON, R., COTILLON, P. & GIGOT, P. 1975: Alpes méridionales françaises – reconstitution du bassin de sédimentation. Proceedings IX International Congress on Sedimentology – Nice, Excursion 7, 65–90.
- BEAUMONT, C. 1981: Foreland basins. *Geophys. J. r. astron. Soc.* 65, 291–329.
- BEAUMONT, C., QUINLAN, G. & HAMILTON, J. 1988: Orogeny and stratigraphy: numerical models of the Paleozoic in the eastern interior of North America. *Tectonics* 7, 389–416.
- BERGER, J.-P. 1983: Biostratigraphie de la transgression de la molasse marine supérieure en Suisse occidentale. *Eclogae geol. Helv.* 75, 729–732.

- 1985: La Transgression de la Molasse Supérieure (OMM) en Suisse Occidentale. Münchner geowissenschaftliche Abhandlungen.
  - 1992: Correlative chart of the European Oligocene and Miocene: application to the Swiss Molasse Basin. *Eclogae geol. Helv.* 85, 573–610.
- BERGERAT, F. 1987: Stress fields in the European platform at the time of Africa-Eurasia collision. *Tectonics* 6, 99–132.
- BERGERAT, F., MUGNIER, J.-L., GUELLEC, S., TRUFFERT, C., CAZES, M., DAMOTTE, B. & ROURE, F. 1990: Extensional tectonics and subsidence of the Bresse basin: an interpretation from ECORS data. In: *Deep Structure of the Alps* (Ed. by F. ROURE, P. HEITZMANN & R. POLINO). *Mém. Soc. géol. France* 156, 145–156.
- BERG-MADSON, V. 1983: High-alumina glaucony from the Middle Cambrian of Oland and Bornholm, southern Baltoscandia. *J. sediment. Petrol.* 53, 875–893.
- BERNÉ, S., AUFFRET, J.-P. & WALKER, P. 1988: Internal structure of subtidal sandwaves revealed by high-resolution seismic reflection. *Sedimentology* 35, 5–20.
- BERNÉ, S., ALLEN, G., AUFFRET, J.-P., CHAMLEY, H., DURAND, J. & WEBER, O. 1989: Essai de synthèse sur les dunes hydrauliques géantes tidales actuelles. *Bull. Soc. géol. France* 8/6, 1145–1160.
- BLANC, E. 1991: Evolution sédimentaire syntectonique au front d'une chaîne de collision en environnement littoral. *Mém. D.E.A. Univ. de Savoie* (Chambéry).
- BOERSMA, J. R. & TERWINDT, J. H. J. 1981: Neap-spring tide sequences of intertidal shoal deposits in a mesotidal estuary. *Sedimentology* 28, 151–175.
- BOCQUET, J. 1966: Le delta de Voreppe; étude des faciès conglomératiques du Miocène des environs de Grenoble. *Géol. alp (Grenoble)*, Thèse 3<sup>e</sup> cycle.
- BORNHOLD, B. D. & GIRESSE, P. 1985: Glauconitic sediments on the continental shelf off Vancouver Island, British Columbia, Canada. *J. sediment. Petrol.* 55, 653–664.
- BOUMA, A. H., HAMPTON, M. A. & ORLANDO, R. C. 1977: Sandwaves and other bedforms in Lower Cook Inlet, Alaska. *Marine Geotechnics* 2, 291–309.
- BRADLEY, D. C. & KIDD, W. S. F. 1991: Flexural extension of the upper continental crust in collisional foredeeps. *Bull. geol. Soc. Amer.* 103, 1416–1438.
- BRUUN, P. 1962: Sea level rise as a cause of shore erosion. *J. Waterways Harbors Div., Am. Soc. civ. Eng.* 88, 117–130.
- BURBANK, D. W., ENGESSE, B., MATTER, A. & WEIDMANN, M. 1992: Magnetostratigraphic chronology, mammalian faunas, and stratigraphic evolution of the Lower Freshwater Molasse, Haute-Savoie, France. *Eclogae geol. Helv.* 85, 399–431.
- BUTLER, R. W. H. 1989: The geometry of crustal shortening in the western Alps. In: *Tectonic Evolution of the Tethyan Region* (Ed. by A. M. C. SENGÖR), *Proc. NATO Advanced Study Institute C 239*, 43–76.
- 1991: Structural evolution of the western Chartreuse fold and thrust system, NW French Subalpine chains. In: *Thrust Tectonics* (Ed. by K. McCLAY), 287–297, Chapman and Hall.
- BÜCHI, U. P. & SCHLANKE, S. 1977: Zur Paläogeographie der schweizerischen Molasse. *Erdöl-Erdgas Z.* 93, 57–69.
- BÜRGISSER, H. M. 1980: Zur Mittel-Miozänen Sedimentation im Nordalpinen Molassebecken: das "Appenzellergranit" – Leitniveau des Hörnli Schuttfächers (Obere Süswassermolasse, Nordostschweiz). *Mitt. geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich*, N.F. 232.
- CARBONNEL, G. 1970: Les ostracodes du Miocène rhodanien. Thèse Univ. Lyon.
- CHAUVE, P., MARTIN, J., PETITJEAN, E. & SEQUEIROS, F. 1988: Le chevauchement du Jura sur la Bresse. Données nouvelles et réinterprétation des sondages. *Bull. Soc. géol. France* 8, IV, 5, 861–870.
- CLAUZON, G., AGUILAR, J. P. & MICHAUX, J. 1987: Mise en évidence du diachronisme du mur de la formation conglomératique de Valensole (Alpes de Haute-Provence, France): implications géodynamiques. *C.R. Acad. Sci. (Paris)* 305, 133–135.
- CLIFTON, H. E., PHILLIPS, R. L. & ANIMA, R. J. 1989: Sedimentary facies of Willapa Bay, Washington. *Canadian Society of Petroleum Geologists, Field Guide, 2<sup>nd</sup> International Research Symposium on Clastic Tidal Deposits*, Calgary.
- CRUMEYROLLE, P., RUBINO, J.-L. & CLAUZON, G. 1991: Miocene depositional sequences within a tectonically-controlled transgressive-regressive cycle. In: *Sedimentation, Tectonics and Eustasy: Sea Level Changes at Active Margins* (Ed. by D. I. M. MACDONALD). *Spec. Publ. internat. Assoc. Sedimentol.* 12, 373–390.
- DALRYMPLE, R. W., KNIGHT, R. J., ZAITLIN, B. A. & MIDDLETON, G. V. 1990: Dynamics and facies model of a macrotidal sand-bar complex, Cobequid Bay, Salmon River Estuary (Bay of Fundy). *Sedimentology* 37, 577–612.

- DEBRAND-PASSARD, S. & COURBOULEIX, S. 1984: Synthèse Géologique du Sud-Est de la France. Mém. Bur. Rech. géol. min. 125, 126.
- DE LAPPARENT, A. F. 1938: Etudes géologiques des régions provençales et alpines entre le Var et la Durance. Bull. Serv. Carte géol. France XL 198, 1–302.
- DEMARCO, G. 1962: Etude stratigraphique du Miocène Rhodanien. Thèse Fac. Sc. Paris 4623.
- 1970: Etude Stratigraphique du Miocène Rhodanien. Mém. Bur. Rech. géol. min. 61.
- 1984: Neogene. In: Synthèse Géologique du Sud-Est de la France, (Ed. by S. DEBRAND-PASSARD & S. COURBOULEIX), Mém. Bur. Rech. géol. min. 125, 126.
- DEMARCO, G., MEIN, P., AGUILAR, J.-P., MICHAUX, J., GUÉRIN, G., CAPPETTA, H., BESSEDIK, M., MÉON, H. & SUC, J.-P. 1984: Evolution paléoclimatique, Neogene. In: Synthèse géologique du Sud-Est de la France, (Ed. by S. DEBRAND-PASSARD & S. COURBOULEIX), Mém. Bur. Rech. géol. min. 125, 126.
- DE RAAF, J. F. M. & BOERSMA, J. R. 1971: Tidal deposits and their sedimentary structures. Geol. en Mijnb. 50, 479–503.
- DEWEY, J. F., PITMAN III, W. C., RYAN, W. B. F. & BONNIN, J. 1973: Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. Bull. geol. Soc. Amer. 84, 3137–3180.
- DONOVAN, A. D., BAUM, G. R., BLECHSCHMIDT, G. L., LOUIT, T. S., PFLUM, C. E. & VAIL, P. R. 1988: Sequence stratigraphic setting of the Cretaceous-Tertiary boundary in central Alabama. In: Sea Level Changes – an Integrated Approach (Ed. by C. K. WILGUS, B. S. HASTINGS (et al.)). Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral. 42, 299–307.
- DONZE, P. 1972: Carte Géologique de la France; la feuille Seyssel à 1/50000. Bur. Rech. géol. min., France.
- DOUDOUX, B., MERCIER DE LEPINAY, B. & TARDY, M. 1982: Une interprétation nouvelle de la structure des massifs subalpins savoyards (Alpes occidentales): nappes de charriage oligocène et déformations superposées. C. R. Acad. Sci (Paris) 295, 63–68.
- DOUXAMI, H. 1895–96: Feuille de Chambéry, Grenoble et Nantua. Bull. Serv. Carte géol. France T7, 44, 91–93.
- (ed.) 1896: Etudes sur les Terrains Tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse Occidentale. Masson, Paris.
- 1896–97: Feuille de Chambéry et d'Albertville: révision de Nantua, Annecy et Thonon. Bull. Serv. Carte géol. France T 8, 53, 151–154.
- 1899: Feuille de Chambéry : version du Nantua, Annecy et Thonon. Bull. Serv. Carte géol. France T 10, 69, 90–94.
- EISMA, D. 1981: Supply and deposition of suspended matter in the North Sea. In: Holocene Marine Sedimentation in the North Sea Basin (Ed. by S.-D. NIO et al.). Spec. Publ. internat. Assoc. Sedimentol. 5, 415–428.
- ELLIOTT, T., APPS, G., DAVIES, H., EVANS, M., GHIBAUDO, G. & GRAHAM, R. H. 1985: Field Excursion: a structural and sedimentological traverse through the Tertiary foreland basin of the external Alps of SE France. In: Excursion Guidebook International Symposium on Foreland Basins (Ed. by P. A. ALLEN, P. HOMEWOOD & G. D. WILLIAMS), 39–73.
- EVANS, G. 1965: Intertidal flat sediments and their environments of deposition in the Wash. Quart. J. geol. Soc. London 121, 209–245.
- FEDO, C. M. & COOPER, J. D. 1990: Braided fluvial to marine transition: the basal lower Eocene Wood Canyon Formation, Sern Marble Mountains, Mojave Desert, California. J. sediment. Petrol. 60, 220–234.
- FISCHER, H. 1987: Excess K-Ar ages of glauconite from the Upper Marine Molasse and evidence for glauconitization of micas. Geol. Rdsch. 73, 885–902.
- GIDON, M. 1960: Carte Géologique de la France: la feuille Chambéry à 1/50000. Bur. Rech. géol. min., France.
- 1963: Géologie chambérienne. Annales du Centre d'Ens. sup. de Chambéry.
- 1969a: Carte Géologique de la France: la feuille Montmélian à 1/50000. Bur. Rech. géol. min., France.
- 1969b: Carte Géologique de la France: la feuille Voiron à 1/50000. Bur. Rech. géol. min., France.
- 1970: Carte Géologique de la France: la feuille Rumilly à 1/50000. Bur. Rech. géol. min., France.
- 1982: La reprise de failles anciennes par une tectonique compressive: mise en évidence et son rôle dans les chaînes sub-alpines des Alpes occidentales. Géol. alp (Grenoble) 53, 53–68.
- GIGOT, P. & HACCARD, D. 1972: Nouvelles données sur l'origine des lambeaux exotiques de Courbons (Haute-Provence). Considération morphotectonique. Bull. Bur. Rech. géol. min., Ser. 2, Section I.3, 9–19.
- GIGOT, P., GRANDJACQUET, C. & HACCARD, D. 1974: Evolution tectono-sédimentaire de la septentrionale du bassin tertiaire de Digne depuis l'Eocène. Bull. Soc. géol. France 16, 126–139.
- GIGOUT, M. 1969: Carte Géologique de la France: la feuille La Tour-du-Pin à 1/50000. Bur. Rech. géol. min., France.

- GILLCRIST, R., COWARD, M. & MUGNIER, J.-L. 1987: Structural inversion and its controls: examples from the Alpine foreland and French Alps. *Geodinamica Acta* 1, 5–34.
- GOGUEL, J. 1936: Description tectonique de la bordure des Alpes de la Bleone du Var. *Mém. Serv. Carte géol. France*.
- 1948: Essai d'Interpretation de la prospection géophysique de la Bresse et du Bas-Dauphiné. *Bur. Rech. géol. min.*, 6.
- GOURINARD, Y., MAGNE, J., RINGEADE, M. & WALLEZ, M. J. 1985: Chronologie de l'étage burdigalien. *C. R. Acad. Sci. (Paris) II* 301(10), 715–720.
- GRATIER, J.-P., MÉNAVEL, G. & ARPIN, R. 1989: Strain-displacement compatibility and restoration of the Chaînes Subalpines of the western Alps. In: *Alpine Tectonics* (Ed. by M. P. COWARD, D. DIETRICH & R. G. PARK), *Spec. Publ. geol. Soc. London* 45, 65–81.
- GREER, S. A. 1975: Sandbody geometry and sedimentary facies at the estuary-marine transition zone, Ossabaw Sound, Georgia: a stratigraphic model. *Senckenbergiana Maritima* 7, 105–135.
- GUELLEC S., TARDY, M. & ROURE, F. & MUGNIER, J.-L. 1989: Une interprétation tectonique nouvelle du massif des Bornes (Alpes occidentales): apports de données de la géologie et de la géophysique profondes. *C. R. Acad. Sci. (Paris)* 309, II, 913–920.
- GUELLEC S., MUGNIER, J.-L., TARDY, M. & ROURE, F. 1990: Neogene evolution of the western Alpine foreland in the light of ECORS data and balanced cross-section. In: *Deep Structure of the Alps* (Ed. by F. ROURE, P. HEITZMANN & R. POLINO). *Mém. Soc. géol. France* 156, 165–184.
- HAKES, W. G. 1976: Trace fossils and depositional environments of four classic units, Upper Pennsylvanian megacyclothems, north-east Kansas. *University of Kansas Paleontology Contributions* 63, 1–46.
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J. & VAIL, P. R. 1987: Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 Ma to the present). *Science* 235, 1156–1167.
- 1988: Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and eustatic cycles. In: *Sea Level Changes: an Integrated Approach* (Ed. by C. K. WILGUS et al.). *Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral.* 42, 71–108.
- HAUG, E. 1891: Les chaînes sub-alpines entre Gap et Digne. *Contribution à l'histoire géologique des Alpes françaises*. Thèse *Bull. Serv. Carte géol. France*.
- HEIM, A., BAUMBERGER, E. & STEHELIN, H. G. 1928: Die subalpine Molasse des westlichen Vorarlberg. *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 73, 1–65.
- HINE, A. C. 1977: Lily bank, Bahamas: history of an active oolite sand shoal. *J. sediment. Petrol.* 47, 1554–1581.
- HOFMANN, F. 1960: Materialherkunft, Transport und Sedimentation im schweizerischen Molassebecken. *Jb. St. Gall. natw. Ges.* 76, 5–28.
- HOMWOOD, P. & ALLEN, P. A. 1981: Wave, tide- and current-controlled sandbodies of the Miocene Molasse, western Switzerland. *Bull. amer. Assoc. Petroleum Geol.* 65, 2534–2545.
- HOMWOOD, P., ALLEN, P. A. & WILLIAMS, G. D. 1986: Dynamics of the Molasse basin of western Switzerland. In: *Foreland Basins* (Ed. by P. A. ALLEN & P. HOMEWOOD), *Spec. Publ. internat. Assoc. Sedimentol.* 8, 199–217.
- HUGGENBERGER, P. & WILDI, W. 1991: La tectonique du massif du Bornes (Chaîne Subalpine, Haute Savoie, France). *Eclogae geol. Helv.* 84, 125–149.
- JONES, R. 1988: Sedimentological and Structural Evolution of Tertiary Basins of Vaucluse, SE France. PhD thesis, University of Liverpool (unpublished).
- KANEKO, A. & HONJI, H. 1979: Initiation of ripple marks under oscillating water. *Sedimentology* 26, 101–113.
- KARNER, G. D. & WATTS, A. B. 1983: Gravity anomalies and flexure of the lithosphere. *J. geophys. Res.* 88, B12, 449–477.
- KELLER, B. 1989: Fazies und Stratigraphie der Oberen Meeresmolasse (Unteres Miozän) zwischen Napf und Bodensee. *Diss. Univ. Bern* (unpubl.).
- 1990: Wirkung von Wellen und Gezeiten bei der Ablagerung der Oberen Meeresmolasse. Löwendenkmal und Gletschergarten – zwei anschauliche geologische Studienobjekte. *Mitt. natf. Ges. Luzern* 31, 245–271.
- KNOX, L. W. & MILLER, M. F. 1985: Environmental control of trace fossil morphology. In: *Biogenic Structures: their Use in Interpreting Depositional Environments* (Ed. by H. A. CORRAN), *Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral.* 35.
- KOHSIEK, L. H. M. & TERWINDT, J. H. J. 1981: Characteristics of foreset and topset bedding in megaripples related to hydrodynamic conditions on an intertidal shoal. In: *Holocene Marine Sedimentation in the North Sea Basin* (Ed. by NIO, S.-D. et al.), *Spec. Publ. internat. Assoc. Sedimentol.* 5, 27–37.
- KREISA, R. D. & MOIOLA, R. J. 1986: Sigmoidal tidal bundles and other tide-generated sedimentary structures of the Curtis Formation, Utah. *Bull. geol. Soc. Amer.* 97, 381–387.

- LAMIRAUX, C. 1977: Géologie du Miocène des chaînons jurassiens meridionaux et du Bas-Dauphiné nord-oriental entre Chambéry et La Tour-du-Pin. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Sci. Méd. Grenoble.
- LANGHORNE, D. N. 1982: A study of the dynamics of a marine sandwave. *Sedimentology* 29, 571–594.
- LATREILLE, G. 1969: La sédimentation détritique au Tertiaire dans le Bas-Dauphiné et les régions limitrophes. Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon 33.
- LAUBSCHER, H. P. 1988: Material balance in Alpine orogeny. *Bull. geol. Soc. Amer.* 100, 1313–1328.
- LEITHOLD, E. L. 1989: Depositional processes on an ancient and modern shelf, northern California. *Sedimentology* 36, 179–202.
- LEJAY, A. 1991: Stratigraphie haute-résolution des dépôts de marées du bassin molassique suisse. Thèse Univ. Louis Pasteur Strasbourg, France (unpublished).
- LEMCKE, K. 1973: Die Lagerung der jüngsten Molasse im nördlichen Alpenvorland. *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 39, 29–41.
- LESUEUR, J.-L., RUBINO, J.-L. & GIRAUDMAILLET, M. 1989: Organisation et structures internes des dépôts tidaux du Miocène rhodanien. *Bull. Soc. géol. France* VI(1), 49–65.
- LORY C. (Ed.) 1860: Description géologique de Dauphiné pour servir d'explication à la carte géologique de cette province. Savy, Paris.
- LOUIT, T. S., HARDENBOL, J., VAIL, P. R. & BAUM, G. R. 1988: Condensed sections: the key to age datings and correlation of continental margin sequences. In: *Sea Level Changes: an Integrated Approach* (Ed. by C. K. WILGUS et al.). *Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral.* 42, 183–213.
- LÜDERS, K. 1929: Entstehung und Aufbau von Grossrücken mit Schillbedeckung in Flut bzw. Ebbtrichtern der Aussenjade. In: *Beiträge zur Ablagerung mariner Mollusken in der Flachsee* (Ed. by K. LÜDERS & F. TRUSHEIM), *Senckenbergiana* 11, 123–142.
- 1936: Grossrücken mit Schillbedeckung in der Flachsee. *Ann. Hydrogr. Berlin.* 8, 335–342.
- MANGE-RAJETZKY, M. A. & OBERHÄNSLI, R. 1982: Detrital lawsonite and blue sodic amphibole in the Molasse of Savoy and significance in assessing Alpine evolution. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 62, 415–436.
- MASSON, H., HERB, R. & STECK, A. 1980: Helvetic Alps of western Switzerland (Excursion No. 1). In: *Geology of Switzerland – a Guide Book* (Ed. by R. TRÜMPY). Wepf and Co., Basel, 109–153.
- MATTER, A., HOMEWOOD, P., CARON, C., RIGASSI, D., VAN STUIJVENBERG, J., WEIDMANN, M. & WINKLER, W. 1980: Flysch and Molasse of central and western Switzerland. In: *Geology of Switzerland – a Guide Book* (Ed. by R. TRÜMPY). Wepf and Co., Basel, 261–293.
- MCCAVE, I. N., 1971: Sandwaves in the North Sea off the coast of Holland. *Marine Geol.* 10, 199–225.
- MÉNARD, G. 1988: Structure et cinématique d'une chaîne de collision, les Alpes occidentales et centrales. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble.
- MÉNARD & MOLNAR, P. 1988: Collapse of a Hercynian Tibetan plateau into a Late Palaeozoic European basin and range province. *Nature* 334, 6179, 235–237.
- MEYLAN, B. 1982: Geologie der Montagne des Princes: Sedimentologie der Unteren Süsswassermolasse und der Oberen Meeresmolasse von Génissiat (Haute-Savoie, France). Diplomarbeit, Universität Bern, Switzerland (unpublished).
- MICHEL, P. & CAILLON, G. 1957: Quelques résultats des sondages exécutés en Savoie par la Régie Autonome des Pétroles. *Bull. Soc. géol. France* 6, 995–1008.
- MORTAZ, D. 1977: Sédimentation des formations détritiques du Néogène du plateau de Chambaran (Bas-Dauphiné, France). Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble.
- MUGNIER, J.-L. & MÉNARD, G. 1986: Le développement du bassin molassique suisse et l'évolution des Alpes externes: un modèle cinématique. *Bull. Cent. Rech. Pau – SNPA* 10, 1, 167–180.
- MUGNIER, J.-L., ARPIN, R. & THOUVENOT, F. 1987: Coupes équilibrées à travers le massif subalpin de la Chartreuse. *Geodinamica Acta* 1, 125–137.
- MUGNIER, J.-L., GUELLEC, S., MÉNARD, G., ROURE, F., TARDY, M. & VIALON, P. 1990: A crustal scale balanced cross-section through the external Alps deduced from the ECORS profile. In: *Deep structure of the Alps* (Ed. by F. ROURE, P. HEITZMANN & R. POLINO). *Mém. Soc. géol. France* 156, 203–216.
- MUJITO 1981: Les sédiments tertiaires dans le Jura méridional et les Bauges occidentales – Savoie, Haute-Savoie (France). Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble.
- NICOLET, C. 1979: La Bas-Dauphiné septentrional. Etude stratigraphique et sédimentologique. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble.
- NITTROUER, C. A., STERNBERG, R. W., CARPENTER, R. & BENNETT, J. T. 1979: The use of Pb-210 geochronology as a sedimentological tool: application to the Washington continental shelf. *Marine Geol.* 31, 297–316.

- NITTROUER, C. A., DEMASTER, D. J. & MCKEE, B. A. 1984: Fine-scale stratigraphy in proximal and distal deposits of sediment dispersal systems in the East China Sea. *Marine Geol.* 61, 13–24.
- NITTROUER, C. A. & STERNBERG, R. W. 1981: The formation of sedimentary strata in an allochthonous shelf environment: the Washington continental shelf. *Marine Geol.* 42, 201–232.
- NUMMEDAL, D. & SWIFT, D. J. P. 1987: Transgressive stratigraphy at sequence-bounding unconformities; some principles derived from Holocene and Cretaceous examples. In: *Sea Level Fluctuations and Coastal Evolution* (Ed. by D. NUMMEDAL, O. H. PILKEY & J. D. HOWARD). *Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral.* 41, 241–260.
- ODIN, G. S. 1969: Méthode de séparation des grains de glauconie, intérêt de leur étude morphologique et structurale. *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.* XI, 171–174.
- ODIN, G. S. & MATTER, A. 1981: De glauconarium origine. *Sedimentology* 28, 611–641.
- PERRIAUX, J. 1984: Description régional: Savoie, Bas-Dauphiné, Chartreuse, Vercors, bassin de Crest. In: *Synthèse Géologique du Sud-Est de la France* (Ed. by S. DEBRAND-PASSARD & S. COURBOULEIX), *Mém. Bur. Rech. géol. min.* 125.
- PERRIAUX, J., MONJUVENT, G. & USELLE, J.-P. 1984: Sédimentologie du Néogène du Bas-Dauphiné. *Géologie de la France* 1–2, 105–114.
- PIFFNER, O. A. 1986: Evolution of the north Alpine foreland basin in the central Alps. In: *Foreland Basins* (Ed. by P. A. ALLEN & P. HOMEWOOD), *Spec. Publ. internat. Assoc. Sedimentol.* 8, 219–228.
- QUINLAN, G. M. & BEAUMONT, C. 1984: Appalachian thrusting, lithospheric flexure, and the Paleozoic stratigraphy of the eastern interior of North America. *Canad. J. Earth Sci.* 21, 973–996.
- RAT, P. 1978: Les phases tectoniques du Tertiaire dans le nord du fossé bressan et ses maures bourguignonnes en regard des systèmes d'érosion et de sédimentation. *C. R. Soc. géol. France* 5, 231–234.
- REINECK, H. E. 1972: Tidal flats. In: *Recognition of Ancient Sedimentary Environments* (Ed. by J. K. RIGBY & W. K. HAMBLIN). *Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral.* 16, 146–159.
- REINECK, H. E. & SINGH, I. B. 1980: *Depositional Sedimentary Environments, with Reference to Terrigenous Clastics*. Springer-Verlag, Second Edition.
- REVEL, J. & ROCH, E. 1925: Sur les relations tectonique du Pontien de Novalaise (Savoie) et de son substratum. *Association F.P.A. des Scéances, Grenoble*.
- RIGASSI, D. 1977a: Subdivision et datation de la molasse d'eau douce inférieure du plateau Suisse. *Palaeolab. News* 1, Terreaux du Temple, Geneva.
- 1977b: Genèse tectonique du Jura: une nouvelle hypothèse. *Palaeolab News* 2, Terreaux du Temple, Geneva.
- 1982: Bassin molassique sud-occidental. Carte géologique interprétative (sans Quaternaire). *Docum. Laboratoire géologique de Lyon*, II. S. 7.
- RICOU, L. E. & SIDDANS, A. W. B. 1986: Collision tectonics in the western Alps. In: *Collision Tectonics* (Ed. by M. P. COWARD & A. C. RIES). *Spec. Publ. geol. Soc. London* 19, 229–244.
- SANTOS-NARVAEZ, J.-M. 1980: Contribution à l'étude géologique des chaînons externes nord-occidentaux du Massif de Chartreuse. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Académie de Paris.
- SCHAAD, W., KELLER, B. & MATTER, A. 1992: Die Obere Meeresmolasse am Pfänder: Beispiel eines Gilbert-Deltakomplexes. *Eclogae geol. Helv.* 85, 145–168.
- SIDDANS, A. W. B. 1983: Finite strain patterns in some Alpine nappes. *Journal struct. Geol.* 5, 441–448.
- SINCLAIR, H. D., COAKLEY, B. C., ALLEN, P. A. & WATTS, A. B. 1991: Simulation of foreland basin stratigraphy using a diffusion model of mountain belt uplift and erosion: an example from the central Alps, Switzerland. *Tectonics* 10, 599–620.
- STAMP, L. D. 1921; On cycles of sedimentation in the Eocene strata of the Anglo-Franco-Belgian basin. *Geol. Mag.* 58, 108–114, 194–200.
- STRIDE, A. H. 1963: Current-swept sea floors near the southern half of Great Britain. *Quart. J. geol. Soc. London* 119, 175–199.
- 1970: Shape and size trends for sandwaves in a depositional zone of the North Sea. *Geol. Mag.* 107, 469–477.
- TANKARD, A. J. 1986: On the depositional response to thrusting and lithospheric flexure: examples from the Appalachian and Rocky Mountain basins. In: *Foreland Basins* (Ed. by P. A. ALLEN & P. HOMEWOOD). *Spec. Publ. internat. Assoc. Sedimentol.* 8, 369–392.
- TAPPONNIER, P. 1977: Evolution tectonique du système alpin en méditerranée: poinçonnement et écrasement rigide-plastique. *Bull. Soc. géol. France* 7, XIX, 3, 437–460.
- TARDY, M. & DOUDOUX, B. 1984: Structure de la partie sud du massif subalpin de Bornes: arguments en faveur de son allochtonie générale. *Doc. Bur. Rech. géol. min.* 81–85, 1–9.

- TESSIER, B. & GIGOT, P. 1989: A vertical record of different tidal cyclicities: an example from the Miocene Marine Molasse of Digne (Haute-Provence, France). *Sedimentology* 36, 767–776.
- TESSIER, B., MONFORT, Y., GIGOT, P. & LARSONNEUR, C. 1989: Enregistrement des cycles tidaux en accrétion verticale, adaptation d'un outil de traitement mathématique. Exemples en baie du Mont-St. Michel et dans la molasse marine miocène du bassin de Digne. *Bull. Soc. géol. France* 8/5, 1029–1041.
- TRÜMPY, R. 1980: An outline of the geology of Switzerland. In: *Geology of Switzerland – A Guide Book* (Ed. by R. TRÜMPY). Wepf and Co., Basel, Part A.
- VAN VEEN, J. 1935: Sandwaves in the North Sea. *Hydrographical Reviews* 12, 21–29.
- VAN WEERING, Tj.C. E. 1981: Recent sediment and sediment transport in the North Sea: surface sediments of the Skagerrak. In: *Holocene Marine Sedimentation in the North Sea Basin* (Ed. by S.-D. NIO et al.). *Spec. Publ. internat. Assoc. Sedimentol.* 5, 335–359.
- VAN WEERING, Tj. C. E., JANSEN, J. H. F. & EISMA, D. 1973: Acoustic reflection profiles of the Norwegian Channel between Oslo and Bergen. *Netherlands Journal of Sea Research* 6, 241–263.
- VATAN, A. 1949: La sédimentation détritique dans la zone subalpine et le Jura méridional au Crétacé et au Tertiaire. *C. R. Soc. géol. France*, 102–104.
- VATAN, A., ROUGE, P. & BOYER, E. 1957: Etudes sédimentologiques et pétrographiques dans le Tertiaire subalpin et Jurassien de Savoie et des régions limitrophes. *Rev. Inst. franç Pétrole* 12, 468–480.
- VAVRA, N. 1982: Die Bryozoenfauna des österreichischen Tertiärs. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 157, 366–392.
- VIALON, P., ROCHETTE, P. & MÉNARD, G. 1989: Indentation and rotation in the western Alpine arc. In: *Alpine Tectonics* (Ed. by M. P. COWARD, D. DIETRICH & R. G. PARK). *Spec. Publ. geol. Soc. London* 45, 329–338.
- VISSER, M. J. 1980: Neap-spring cycles reflected in Holocene subtidal large-scale bedform deposits: a preliminary note. *Geology* 8, 543–546.
- WESCOTT, W. A. 1982: Depositional setting and history for the Tar Springs Sandstone (Upper Mississippian), southern Illinois. *J. sediment. Petrol.* 52, 353–366.
- WHEELER, H. E. & MALLORY, V. S. 1956: Factors in lithostratigraphy. *Bull. amer. Assoc. Petroleum Geol.* 40, 2711–2723.
- ZIEGLER, P. A. 1988: Evolution of the Arctic-North Atlantic and the western Tethys. *Mem. amer. Assoc. Petroleum Geol.* 43.

Manuscript received 11 April 1992

Revision accepted 27 October 1992