

Géologie du Vouan, un ancien cañon sous-marin

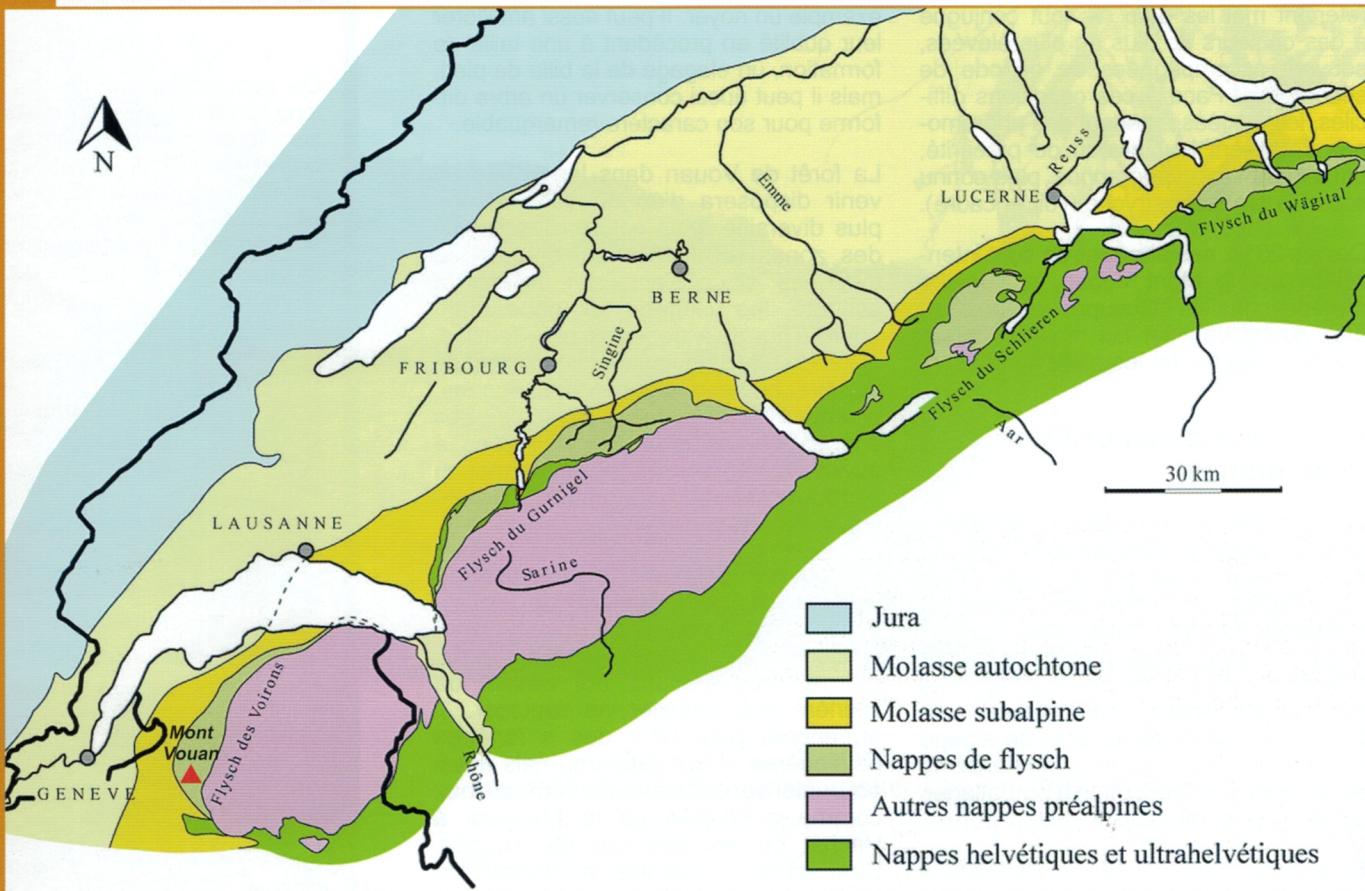


Fig. 1 - Carte tectonique simplifiée de la bordure externe des Alpes entre la vallée de l'Arve et le lac de Walenstadt

Le Mont Vouan (978 m) et la montagne des Voirons (1480 m) à l'ouest contrastent avec les massifs situés vers l'est (Môle, Pointe des Brasses, Pointe de Miribel, Montagne d'Hirmentaz), qui sont caractérisés par un relief plus marqué et la présence de barres calcaires.

Cette entité géographique est rattachée sur le plan géologique à un ensemble tectonique présent sur la bordure externe des Préalpes du Chablais, à l'avant des Alpes, entre la vallée de l'Arve en Haute-Savoie et le lac de Walenstadt, à cheval entre les cantons de Saint-Gall et de Glaris, en Suisse. Autrefois nommé nappe du Gurnigel, il a été récemment subdivisé en plusieurs nappes de flysch (voir encadré) : les nappes des Voirons, du Gurnigel, du Schlieren et du Wägital (fig. 1).

Nappe, flysch et molasse

Rappelons qu'une nappe est un ensemble de terrains déplacés (allochtones) de leur lieu de formation sur au moins une dizaine de km et reposant sur d'autres terrains (autochtones) avec lesquels ils n'ont pas de point commun.

Un flysch est une formation détritique marine principalement constituée par une alternance de grès et de marnes qui se sont accumulés dans un bassin océanique profond en cours de fermeture.

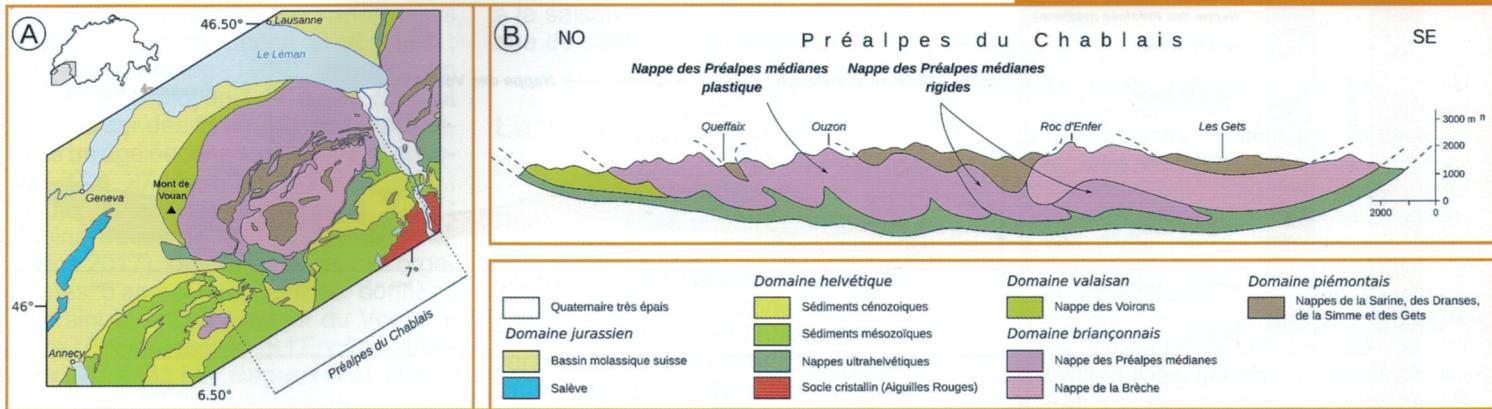
La molasse est également une formation détritique mais déposée dans un environnement marin à continental au pied d'une chaîne de montagnes en formation, dans un bassin d'avant-pays qu'elle a comblé progressivement.

Le contexte chablaisien

Les Préalpes du Chablais sont un empilement de nappes (voir encadré) dont la patrie d'origine se situait à plusieurs centaines de kilomètres au sud et qui sont, de la nappe la plus basse à la plus élevée :

- les « nappes ultrahelvétiques » (collines du Faucigny...);
- la nappe des Voirons (Voirons, Vouan, Grande Combe, Tête de Char, collines d'Allinges);
- la nappe des Préalpes médianes (Brasses, Môle...);
- la nappe de la Brèche (Roc d'Enfer, Pointe de Marcellly...);
- la nappe de la Sarine (environs de Messy...);
- la nappe des Dranses (Pointe de la Gay...);
- la nappe de la Simme (à l'ouest de la Côte d'Arbroz...);
- et la nappe des Gets (Vuargne...).

Par la nature allochtone de leurs terrains, les Préalpes du Chablais se distinguent ainsi du Jura, du Salève et du massif des Bornes dont les roches sont autochtones car elles ont été, en comparaison, peu déplacées (fig. 2).



La nappe des Voirons

La nappe des Voirons repose à l'ouest sur la molasse (voir encadré) par l'intermédiaire du mélange infrapréalpin (une unité chaotique composée de blocs de taille au moins hectométrique d'âge mésozoïque, probablement ultrahelvétiques, et enveloppés dans une matrice argileuse ou marneuse). Elle est surmontée à l'est par la nappe des Préalpes médiennes (Charollais et al. 1998) composée principalement de calcaires.

Le flysch qui constitue cette nappe comporte, d'ouest en est, trois unités lithostratigraphiques appelées : « Grès des Voirons », « Conglomérat du Vouan », et « Marne de Boëge » (Charollais et al. 1998 ; Ragusa et al. 2021 ; fig. 3 et 4).

Les contacts entre ces formations sont difficiles à observer car ils sont masqués par une importante couverture végétale, toutefois les formations sont considérées comme stratigraphiquement superposées.

Le « Grès des Voirons » (750 m d'épaisseur) est constitué de grès fins à grossiers (les microconglomérats et conglomérats forment les principaux sommets des Voirons) entrecoupés d'intervalles marneux en proportion variable.

Le « Conglomérat du Vouan » (500 m d'épaisseur) comporte des niveaux conglomératiques et gréseux avec de rares intervalles marneux, et n'a pas d'équivalent dans les autres flyschs en Suisse (Gurnigel, Schlieren, Wägital). Le premier géologue à faire une seule entité avec le « Grès des Voirons » est Alphonse Favre en 1867.

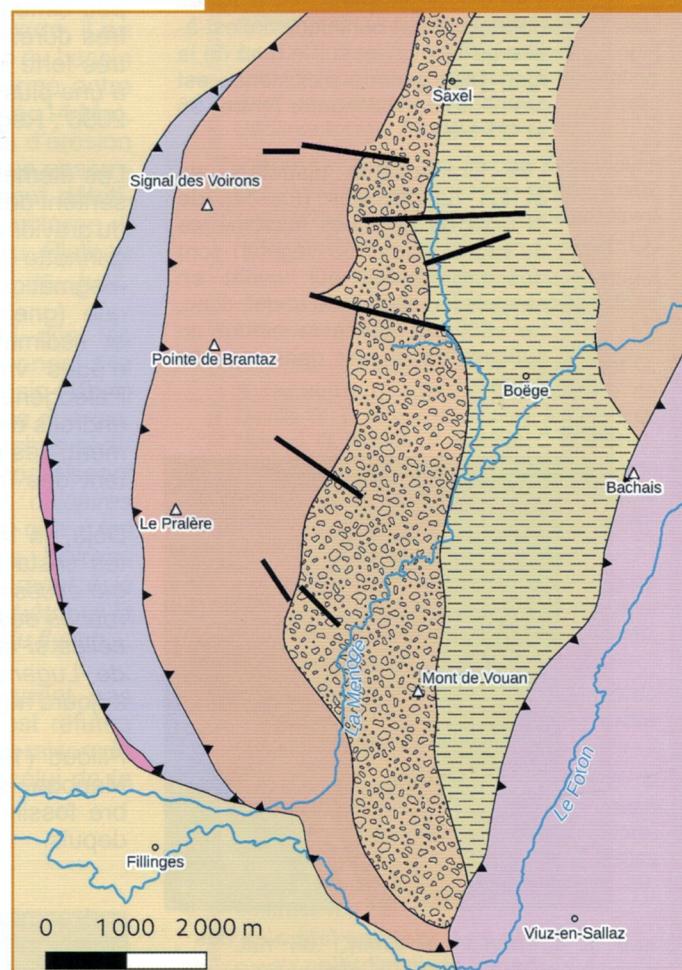
La formation « Marne de Boëge » (vraisemblablement 500 m) se distingue des deux autres formations par une accumulation à dominante marneuse. Les bancs gréseux sont peu épais et les niveaux conglomératiques rares.

Cette dernière est surmontée à la Tête de Char par une quatrième unité, le « Grès du Bruant » (environ 500 m), individualisée par Ragusa (2015), mais sa nature au-dessus de la « Marne de Boëge » n'est pas encore clarifiée. Il s'agit soit d'une unité lithostratigraphique surmontant la « Marne de Boëge », soit d'une échelle tectonique du « Grès des Voirons ».

Les caractéristiques des roches du Vouan

Les roches du Vouan, c'est-à-dire celles du « Conglomérat du Vouan », forment des bancs discontinus avec de fréquentes variations latérales. La roche grossière, souvent pulvérulente lorsqu'elle est altérée, contient de nombreux éléments allochtones et hétérogènes. Elle a été intensément exploitée durant plusieurs siècles pour produire des meules et les meulières constituent aujourd'hui les principaux affleurements du « Conglomérat du Vouan ».

Fig 2 : (A) Extrait de la carte tectonique de la Suisse et (B) coupe synthétique à travers les Préalpes du Chablais (Caron, 1972, modifié)



| Unités stratigraphiques (Nappe des Voirons) | Unités tectoniques (Hors nappe des Voirons) |
|--|--|
| Grès du Bruant | Nappe des Préalpes médiennes |
| Marne de Boëge | Mélange infrapréalpin |
| Conglomérat du Vouan | Flysch subalpin |
| Grès des Voirons | Molasse subalpine |

Fig. 3 : Carte géologique simplifiée des Voirons et du Vouan

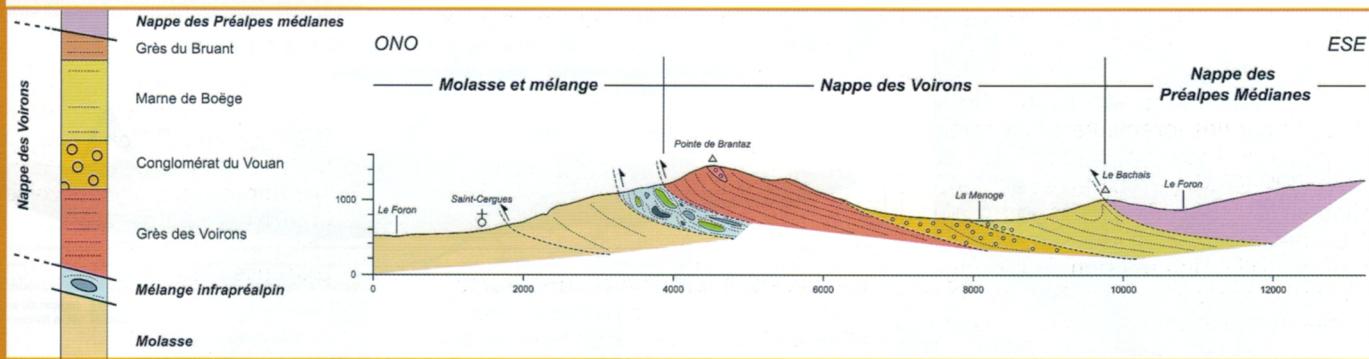


Fig 4 : Coupe géologique à travers le flysch des Voirons

Foraminifères

Les nummulites et les discocyclines sont des organismes unicellulaires (foraminifères) benthiques, c'est-à-dire qu'ils vivaient sur le fond de la mer. Leur période d'existence est restreinte au Paléogène (entre -66 et -23 Ma).

Les foraminifères planctoniques et les nanofossiles (fossiles de la taille de quelques micromètres du règne animal ou végétal) sont des organismes qui vivent en suspension dans l'eau et qui, donc, ne sont pas liés à la nature du substrat de la mer dans laquelle ils vivent.



Fig 5 : Variations latérales des bancs et distribution des galets.
Flèche noire : bloc flottant dans la matrice. Triangle noir : grano-décroissance des galets.
Le marteau bleu donne l'échelle

La matrice, une arkose de granulométrie variable, comporte des fragments de microfossiles (nummulites et discocyclines, voir encadrés), dans la grande majorité des cas, très abîmés. Étonnamment, les grains de cette arkose ne sont pas ou extrêmement peu cimentés, alors que la roche est très dure. Cette dureté provient de la très forte imbrication des grains, suite à une plus forte compaction (Frébourg 2006 ; Ragusa & Kindler 2018).

Les éléments de ce conglomerat présentent des tailles très variables, allant du gravier au bloc de la taille d'une fourgonnette (fig. 5 et 6). Ils sont de nature magmatique (granites), métamorphique (gneiss, micaschistes, schistes) et sédimentaire (grès, calcaires), et d'âges variés (du Paléozoïque au Paléogène). La formation montre par endroits des galets mous et, plus rarement, des niveaux silteux, qui comportent des foraminifères planctoniques.

Déjà, en 1894, Sarasin étudie les classes cristallins et trouve « une analogie excessivement frappante entre les roches des poudingues des Voirons et celles si caractéristiques de la région de Lugano et Baveno », une zone aujourd'hui très éloignée du Vouan.

Pilloud (1936) signale au bord de la Menoge, sous la Corbière, de l'ambre fossile qui n'a pas été retrouvée depuis.

L'âge des roches du Vouan

Dès le XIX^e siècle, l'observation de nummulites conduit les géologues à attribuer un âge « nummulitique » (terme ancien pour désigner le Paléogène, -66 à -23 Ma) aux roches de ce mont. En 1940, Lombard s'appuie sur ces mêmes organismes pour restreindre l'intervalle au sein de cette période au Lutétien supérieur – Priabonien (entre -44 et -33 Ma), voire l'Oligocène (-33 à -27 Ma).

La datation avec ces microfossiles benthiques n'est pas forcément exacte car leur mauvais état de conservation altère leur identification, et le contraste entre leur milieu de vie (peu profond) et leur milieu de dépôt (plus profond) indique qu'ils ont été remaniés, c'est-à-dire qu'ils ont été transportés *post-mortem* et potentiellement mélangés avec des formes plus récentes.

Pour obtenir une datation plus fiable du matériel détritique qui comporte des éléments provenant de roches plus anciennes, on priviliege l'identification des microfossiles et des nannofossiles planctoniques, c'est-à-dire vivant dans la colonne d'eau et se déposant à leur mort sur le fond marin. Ces derniers, moins sujets au remaniement, se concentrent notamment dans les environnements profonds et on les retrouve fossilisés dans les niveaux marneux, malheureusement rares dans le « Conglomérat du Vouan ».

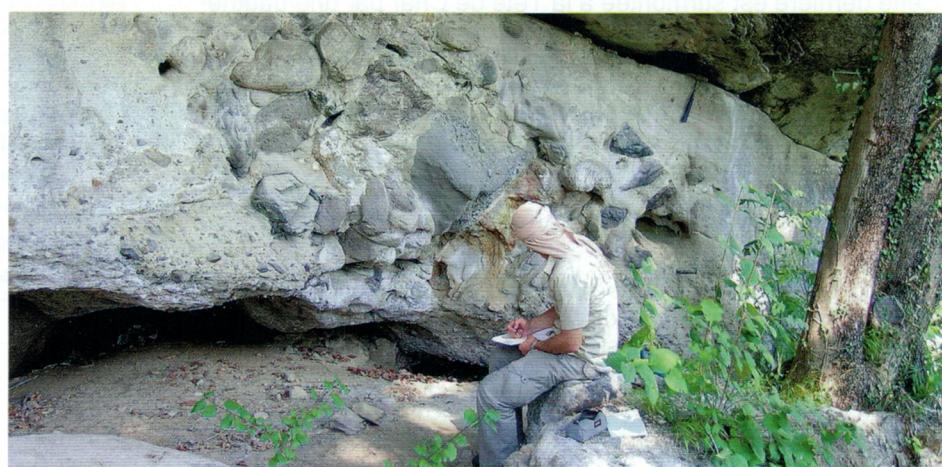


Fig. 6 : Conglomérat avec des éléments de tailles très différentes.
Meulière de la Molière

Des études basées sur les nanofossiles calcaires (Jan du Chêne et al. 1975 ; Van Stuijvenberg 1980) donnent un âge éocène moyen (-47 à -37 Ma), et d'autres sur des foraminifères planctoniques un âge éocène supérieur à oligocène (-37 à -27 Ma, Frébourg et al. 2005 ; Kindler et al. 2006 ; Frébourg 2006 ; Ospina-Ostios et al. 2013 ; Ospina-Ostios 2017). Une révision de ces organismes d'après de nouvelles données contraint le « Conglomérat du Vouan » entre l'Éocène moyen et l'Éocène supérieur (-47 à -33 Ma, Ragusa et al. 2018).

Le milieu de dépôt des roches du Vouan

Le « Conglomérat du Vouan » arrive en contact érosif sur le « Grès des Voirons » (Frébourg 2006). Ces deux formations sont définies comme des dépôts de pente plus communément appelés turbidites (voir encadré), proximaux pour la première, et distaux pour la seconde.

La géométrie des couches du Vouan témoigne de la présence d'un gigantesque chenal, plus précisément un canyon turbiditique, de 400 mètres de profondeur, pour une largeur d'environ 4 kilomètres selon Frébourg (2006). La transition entre le « Grès des Voirons » et le « Conglomérat du Vouan » est bien visible le long du torrent de Curseille et le nant de Manant (Ragusa 2015 ; Ragusa et al. 2021). Elle débute par une phase de régression du cône sous-marin : les dépôts de sable deviennent de moins en moins épais, et des intervalles marneux se développent. Cette évolution atteint son apogée avec le développement d'une épaisse série marneuse d'une dizaine de mètres d'épaisseur. Puis le cône sous-marin se réactive et les accumulations deviennent de plus en épaisses jusqu'à atteindre le dépôt massif de matériel grossier caractéristique du « Conglomérat du Vouan ».

La très faible teneur en argile, la matrice quartzo-feldspathique ainsi que la taille importante des blocs indiquent que le fleuve qui nourrissait ce système ne possédait pas de plaine d'épandage. Le matériel détritique se déverse dans la mer sans qu'un tri préalable ne s'effectue en milieu continental, formant un système turbiditique de type « Corse » (Frébourg 2006). Dans ce type de système, outre évidemment les tremblements de terre, les turbidites résultent principalement des crues du fleuve qui alimente le cône sous-marin. Celles-ci sont dues à des précipitations soudaines et ponctuelles, à l'opposé des systèmes type « Zaïre », où le fleuve est en crue continue plusieurs mois par an

à la saison des pluies, mais ne charrie que du sable et des argiles.

La zone de dépôt des Conglomérats du Vouan

Contrairement aux autres unités tectoniques des Préalpes du Chablais, l'origine paléogéographique des roches de la nappe des Voirons, et donc de celles du Vouan, fait l'objet de controverses depuis le XIX^e siècle et demeure encore aujourd'hui en discussion (voir fig. 7 page suivante).

■ Le bassin d'avant-pays nord-alpin

L'empilement des unités tectoniques alpines est à l'origine d'une forte surcharge sur la lithosphère européenne qui plonge sous la plaque africaine. La lithosphère plie et se flexure, il en résulte une vaste dépression ou bassin d'avant-pays. Ce bassin, formé entre l'Éocène et le Miocène (-35 à -14 Ma), se comble avec les produits d'érosion de la chaîne en formation : un ensemble de roches essentiellement détritiques désigné par le terme molasse. Il correspond actuellement au Plateau suisse entre les Alpes et le Jura.

Renevier prétend en 1893 que les Voirons et le Vouan appartiennent à la « région mollassique ». Sarasin (1894) confirme cette origine mais la nuance. Il découvre des débris de roches sédimentaires qui, selon lui, « paraissent provenir des hautes Alpes calcaires avoisinantes » ; il en conclut que « les grès et conglomérats des Voirons appartiennent très probablement à la base de la molasse ou, peut-être, à la partie tout à fait supérieure du flysch ».

Kindler et al. (2006) n'écartent pas cette hypothèse mais elle est réfutée par Ospina-Ostios (2017) en raison de l'âge du flysch antérieur à celui de la molasse la plus ancienne.

■ La zone ultrahelvétique

En 1901, Lugeon place les Voirons dans la zone bordière qui est alors décrite comme appartenant à l'Ultrahelvétique. Cette zone correspondait au rebord SE de l'Helvétique, soit l'extrémité de la marge européenne. Lombard (1940) livre une étude détaillée des conglomérats et grès du Vouan. Il considère les conglomérats du Vouan comme la suite des Voirons, ces deux séries constituant la plus grande partie de la nappe des Préalpes bordières ou Préalpes externes, issue du domaine ultrahelvétique qu'il engraine dans la zone val Ferret – mont Chétif. L'auteur montre aussi les analogies frappantes entre les grès du Gurnigel et ceux des Voirons.

Turbidites

Le terme turbidite s'applique à des roches qui résultent d'un dépôt par un/des courant/s de densité ou gravitaire/s le long d'une pente. Les sédiments se déposent progressivement avec la diminution de la vitesse résultant soit d'une pente de moins en moins prononcée, soit d'une augmentation de la friction entre les grains figeant la coulée. Les grains les plus grossiers se déposent en premier, en bas du talus (faciès turbiditique proximal) et, plus loin, les grains les plus fins (faciès turbiditique distal).

Bibliographie (1/2)

Beltrán-Triviño A., Winkler W., von Quadt, A. 2013. Tracing Alpine sediment sources through laser ablation U-Pb dating and Hf-isotopes of detrital zircons. *Sedimentology*, 60 :197-224.

Caron C. 1972. La Nappe Supérieure des Préalpes : subdivisions et principaux caractères du sommet de l'édifice préalpin. *Eclogae geologicae Helvetiae*, 65/1:57-73.

Caron C. 1976. La nappe du Gurnigel dans les Préalpes. *Eclogae geologicae Helvetiae*, 69/2 : 297-308.

Charollais J., Plancherel R., Monjuvent G. & Debeltas J. avec la collaboration de Deville Q., Donzeau, M. Gallay, A. Gorin, G. Nicoud, G. Kindler, P. Ruchat, C. Turrel, C. & Wernli R. 1998. Notice explicative. *Carte géol. France (1/50 000), feuille Annemasse (654)*. Orléans : BRGM, 130 p. Carte géologique par Y. Kerrien et al. (1998).

Favre A. 1867. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc, 3 vol., Ed. Masson, Paris.

Frébourg G. 2006. Les Conglomérats du Vouan : un canon turbiditique ? Mémoire de D.E.A., Université de Genève.

Frébourg G., Davaud E., Kindler P. & Wernli R. 2005. New dating of the Vouan Conglomerate, Gurnigel Nappe, Haute-Savoie, France. 13th Meeting of Swiss Sedimentologists, Fribourg, January 29, abstract vol. : 21.

Jan du Chêne R., Gorin G. & Van Stuijvenberg J. 1975. Etude géologique et stratigraphique (palynologie et nanoflore calcaire) des Grès des Voirons (Paléogène de Haute-Savoie, France). *Géologie Alpine*, 51 : 51-78.

Kindler P., Coppo N. & Frébourg G. 2006. New biostratigraphic, petrographic, and sedimentological data from the Voirons massive, Gurnigel nappe, Haute-Savoie, France. Implications for Alpine Geology. *Geophysical Research Abstracts*, vol. 8, 04809.

Lombard A. 1940. Géologie des Voirons. Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, LXXIV/1 : 114 p.