

Les Pierres du Niton revisitées : soubassement, minéralogie, datation et origine

Autor(en): **Sesiano, Jean / Schnyder, Cédric / Proz, Pierre-Alain**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [2004-ff.]**

Band (Jahr): **64 (2011)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-738422>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les Pierres du Niton revisitées:

soubassement, minéralogie, datation et origine

Jean SESIANO¹, Cédric SCHNYDER², Pierre-Alain PROZ², Edwin GNOS² et
Urs SCHALTEGGER¹

Ms. reçu le 18 octobre 2010, accepté le 27 janvier 2011

Abstract

The Pierres du Niton revisited: basement, mineralogy, age and origin. – *The Pierres du Niton are two large glacial boulders at the extremity of the lake of Geneva. As there was only a rough mineralogical description available up to now, we decided to investigate them some more. Their origin is lying in the eastern part of the Mont-Blanc massif. The two blocks are composed of a porphyric and foliated granite, whose principal components are quartz, potassic feldspar (microcline) and plagioclase, roughly 30% each. We furthermore observe about 10% of mica and less than 0.3% of accessory minerals such as green hornblende, allanite, zircon, apatite and oxides. Due to the alpine metamorphic overprint, the rock got a gneissic texture and secondary minerals such as sericite, saussurite, chlorite, epidote-clinozoisite and biotite formed. An age determination using the U-Pb technique and the mineral zircon yielded a value of 303.4 ± 1.7 million years, corroborating the presumed origin from the Mont-Blanc granite, other granites from the Rhône river catchment area being either too young (Aar massive), or having a very different mineralogical composition (Vallorcine).*

Keywords: Pierres du Niton, glacial boulders, granite, Mont-Blanc, lake of Geneva

Résumé

Les Pierres du Niton sont deux blocs erratiques situés dans la rade du Léman à Genève. Comme la seule étude les concernant est ancienne et très sommaire, il nous a semblé fort utile de combler cette lacune. Ces témoins glaciaires proviennent de la partie orientale du massif du Mont-Blanc. Ils sont composés d'un granite porphyrique folié, dont les minéraux principaux sont le quartz, le feldspath potassique (microcline) et le plagioclase, à raison d'environ 30% pour chacun ; on observe encore des micas (env. 10%) et des minéraux accessoires comme l'allanite, le zircon, l'apatite et des oxydes (moins de 0.3%). A la suite du métamorphisme alpin, la roche a adopté une texture foliée et des minéraux secondaires se sont formés (sericite, saussurite, chlorite, épidote-clinozoisite et biotite verte). Une datation avec la technique U-Pb, en utilisant le minéral zircon, a donné un âge de 303.4 ± 1.7 millions d'années, confirmant l'origine comme étant le granite du Mont-Blanc, les autres granites du bassin versant du Rhône étant soit plus jeunes (massif de l'Aar), soit de composition très différente (Vallorcine).

Mots-clés: Pierres du Niton, blocs erratiques, granite, Mont-Blanc, Genève, Léman

Historique

Les Pierres du Niton sont associées à Genève et à son lac. Au nombre de deux, situées en rive gauche de la rade et à moins d'une encablure de la terre, leur histoire remonte fort loin (voir la carte de situation, Fig. 1).

Elles ont en effet été relâchées par des glaces flottantes ou par le front du glacier du Rhône (*dropsstones*),

alors en phase de retrait, dans la cuvette lacustre, vers la fin du Pléistocène, soit il y a environ 18 à 19000 ans (Moscariello 1996). D'abord submergées durant le Dryas ancien par le niveau du Léman, qui était alors un peu plus de 30 m plus élevé qu'actuellement (niveau moyen actuel 372 m fixé par convention internationale), elles ont été à certains moments exondées, voire partiellement émergées comme actuellement (Corboud 2009).

¹ Université de Genève, Section des sciences de la Terre et de l'environnement, 13 rue des Maraîchers, CH-1205 Genève

² Muséum d'Histoire naturelle, 1 route de Malagnou, Case postale 6434, CH-1211 Genève 6

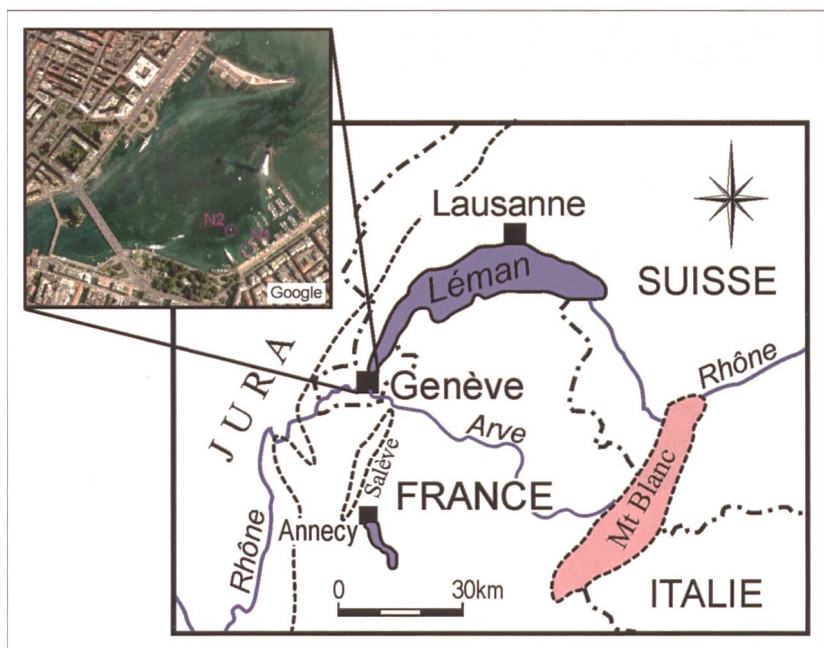


Fig. 1. Carte de situation des Pierres du Niton.

Comme mentionné plus haut, ces pierres sont au nombre de deux (photo 1). La plus proche du rivage porte le nom de Pierre Dyolin; la seconde est s.s. la Pierre du Niton. C'est une pierre à cupule car elle est creusée à son sommet d'un bassin rectangulaire d'environ 20 cm sur 40 et profond de 20 cm (photo 4). Elle a peut-être porté une divinité tutélaire en bois semblable à celle trouvée dans le port de Rive et exposée au Musée d'Art et d'Histoire de Genève, comme le suggère la légende de l'objet.

Quant au nom même de Niton, certains y ont vu des étymologies plus ou moins surprenantes comme Neptune, dieu de la mer (notre lac est grand, mais quand même!), Néméton, divinité celtique bretonne, voire même Neith, une divinité égyptienne (Rickli-Gos *et al.* 2007; Kister 1998; Amberger *et al.* 1976). A notre avis, on retrouve ce nom dans le patois vaudois avec Neiton ou Niton qui signifie le Diable. A l'instar de nombreux blocs erratiques de la région (par exemple la Pierre du Diable, entre Noyer et Orcier), de ponts naturels (comme le pont du Diable sur la Dranse, au Jotty) ou d'amas arrangés d'énormes blocs (comme la Pierre aux Fées près de Reignier), tous en

Haute-Savoie, des monuments dont l'origine semblait dépasser les capacités humaines, c'est vers le surnaturel que l'on se tournait: le Diable ou les Fées en héritaient la pater- ou maternité.

Si la Pierre du Niton s.s. ne porte plus de divinité tutélaire, elle porte en revanche un repère géodésique en bronze fixé par l'ingénieur genevois et futur général G.H. Dufour, en 1837, à l'altitude de 376.6 m (photo 4). En effet, chargé de l'élaboration de la carte topographique suisse au 1/100.000, il avait choisi une des pierres comme point de départ de l'hypsométrie suisse. Mais en 1902, la Suisse décidant de se baser sur le nivellement de précision des pays limitrophes (France), la pierre perdait de l'altitude et se retrouvait à 373.600 m au-dessus du niveau moyen de la Méditerranée, établi au marégraphe de Marseille. C'est l'altitude actuelle du Repère de la Pierre du Niton (R.P.N.) portée sur nos cartes nationales (Dériaz 1958).

En ce qui concerne le soubassement géologique des Pierres du Niton, il n'y a actuellement aucun sondage très proche, mais nous en avons quatre dans un rayon de 750 m. Les données des logs qui suivent nous ont été aimablement communiquées par M. Meyer, alors géologue cantonal à Genève; leurs situations par rapport aux Pierres et leurs logs simplifiés sont donnés à la Fig. 2.



Photo 1 : Les pierres du Niton vues de la rive gauche de la rade, à Genève.

Photo 2: Aspect macroscopique du bloc N1 (largeur du champ de vue: 10 cm).



Au Rond-Point de Rive, sous une couverture de 4.5 m de remblais divers, (a) à la Fig. 2, on trouve des formations supraglaciaires de retrait würmien formées en général de limon argileux, parfois sableux, plus ou moins stratifié, (c) et (d) à la fig. 2. Ces formations peuvent être de natures très diverses, de tendres à fermes, compressibles ou plastiques, imperméables et parfois fluentes. Elles contiennent de rares petits galets alpins. A 80 m de profondeur, on rencontre de la moraine limoneuse à cailloux et blocs alpins, (e) à la Fig. 2. Ce sondage a été arrêté à -85 m.

Un sondage à l'extrémité du Pont du Mont-Blanc, côté Jardin Anglais, a donné, sous 3 m de remblais (a), 2 m de sédiments lacustres sablonneux (b), surmontant des dépôts glacio-lacustres (formation de retrait) composés de limons plus ou moins argileux, plus ou moins plastiques, parfois stratifiés (varvés), avec de très rares petits cailloux (c) et (d). Le

forage, arrêté à -52 m, a montré sur son dernier mètre, un faciès qui semble être celui de transition à la moraine (e).

Un troisième forage a été exécuté au débarcadère CGN des Eaux-Vives. Il a atteint 50 m de profondeur. Sous 1.2 m de remblais (a), on observe 2.5 m de sable et de gravier (b), puis 2.5 m de glaise. On a ensuite 10 m de limon glaiseux, puis 5 m de glaise plus ou moins sableuse, dont un niveau avec cailloux alpins.

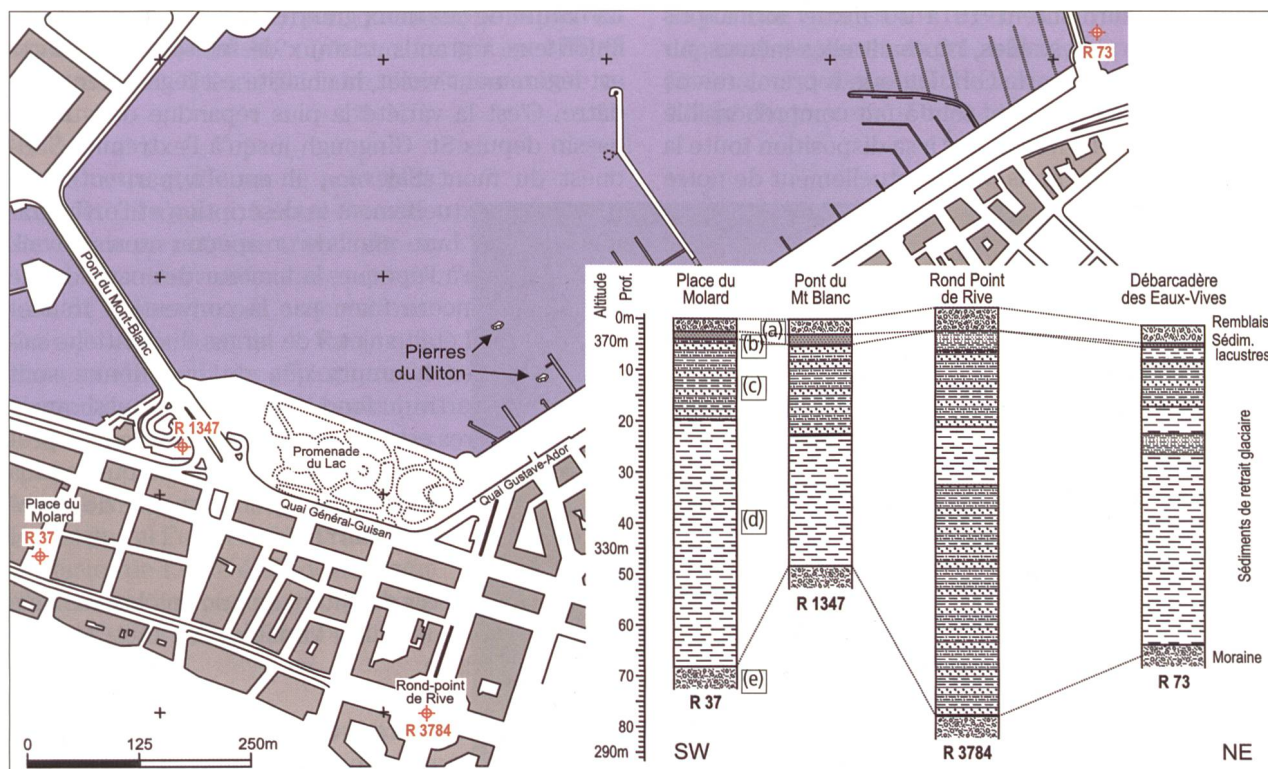


Fig. 2. Situation et logs des forages par rapport aux Pierres du Niton. Les logs détaillés sont donnés dans le texte.

De -21 à -25 m, on retrouve des limons stratifiés et sablonneux avant de pénétrer dans des glaises massives, parfois limoneuses (c) et (d). De -44 m au fond, on a une glaise grise caillouteuse interprétée comme une moraine de fond würmienne (e).

Le dernier sondage est celui implanté à la Place du Molard. Sous 2.5 m de remblais (a), on a 1.5 m de dépôts lacustres (b). Dès -4 m, on observe des formations supraglaciaires de retrait, assez similaires à celles observées dans les deux premiers forages (c) et (d). De -68 à -80 m, terme du forage, on a un limon sableux, gris, massif, moyennement caillouteux, ferme à dur. Il est interprété comme une moraine limono-argileuse à cailloux et blocs alpins (e). On trouvera une stratigraphie détaillée des dépôts sous-lacustres de la Rade et du Petit Lac obtenue par carottages et sismique chez Moscariello *et al.* (1998). Dans cette stratigraphie, les Pierres du Niton se situent dans la formation D1, constituée de sédiments glacio-lacustres à *dropstones*.

En ce qui concerne le toit de la Molasse, il est, à l'aplomb des Pierres du Niton, à environ 282 m.s.m. (mètres sur mer), soit à 90 m sous les blocs, selon la carte géotechnique de Genève au 1:5000 établie par le Service cantonal de Géologie de Genève.

A la lecture des données que nous venons de présenter, on voit que le soubassement des Pierres du Niton est tout sauf stable pour y placer un repère altimétrique: en effet, elles se trouvent sur une épaisseur de 40 à 70 m de limons variés, souvent plastiques voire fluents. Ils surmontent 10 à 20 m de formations morainiques, plus stables, reposant elles-mêmes sur la Molasse. Le choix de G.H. Dufour, à première vue paradoxal, est cependant tout à fait compréhensible si l'on réalise qu'il n'avait pas à sa disposition toute la connaissance que nous avons actuellement de notre sous-sol.

■ Premières observations scientifiques

C'est H.B. de Saussure qui nous livre une première description très sommaire des Pierres du Niton. Dans le tome I, au § 27 de son «Voyages dans les Alpes» (de Saussure, 1779), il relève qu'elles sont en granite et «qu'elles ne peuvent venir que des hautes Alpes éloignées de là de dix lieues au moins en ligne droite». C'est ensuite de Luc (1826) qui, dans un mémoire très fouillé, décrit tous les blocs issus du «terrain de transport» du bassin du lac de Genève et de la vallée de l'Arve. Il les répartit en groupes géographiques, par exemple «groupe de Thonon et de Corsan» (sic), «d'Yvoire et Essévenex» (sic!) et les «groupes des bords du lac, depuis Yvoire jusqu'à Genève». En ce qui concerne la côte suisse, le cin-

quième groupe recense les blocs au SW d'Hermance; le sixième, ceux au large de Bellerive et le septième, ceux sous Cologny. Enfin, le huitième groupe nous concerne particulièrement puisque c'est «celui des Eaux-Vives ou des Pierres du Niton». De Luc poursuit son travail en relevant les blocs présents «depuis le lac jusqu'au Vouache et au mont de Sion» (sic) avant de se tourner vers le Grand et le Petit Salève pour terminer par la vallée de l'Arve. On peut noter que de Luc a fait là un travail de bénédictin car, rien que dans une partie de la région Yvoire-Excenevex, il dénombre sur la terre ferme 1100 blocs, en plus des centaines qu'il a dénombré sous les eaux du lac!

Revenons au huitième groupe. De Luc constate tout d'abord l'absence presque complète de blocs entre Cologny et les Pierres du Niton, soit seulement une dizaine sur une demi lieue, dont «...deux plats ayant très-peu d'épaisseur. Le groupe des pierres du Niton en comporte 24. Les deux plus grandes seulement s'élèvent au-dessus de la surface dans les grandes eaux. La plus grande et la plus avancée dans le lac a 32 pieds de longueur sur douze de hauteur; sa forme est allongée avec une arête longitudinale formant le sommet, elle est placée comme la *pierre du bois* dans la direction du lac.

La seconde pierre qui est proprement celle qu'on appelle *pierre du Niton* a 21 pieds de longueur et de largeur sur 14 pieds de hauteur, elle présente deux surfaces verticales et une troisième en talus.

La nature de ces deux grandes pierres est de granite chloriteux à grands cristaux de feldspath, le quartz est légèrement violet, la chlorite est légèrement verdâtre. C'est la variété la plus répandue dans notre bassin depuis St. Gingough jusqu'à l'extrémité Sud-ouest du mont Salève.». Il nous a paru utile de reprendre textuellement la description et l'orthographe de de Luc afin de respecter son travail. Rappelons qu'à l'époque, la hauteur des eaux du lac n'était pas encore fixée par la convention franco-suisse et qu'il était sujet à de larges fluctuations saisonnières. Les hauteurs que de Luc donne sont mesurées à partir du fond. On remarque aussi que le nom des pierres est inversé: pour de Luc, la plus proche des rives est la Pierre du Niton alors que la plus éloignée est la pierre du bois (réminiscence de la statue de bois qui la coiffait?).

Autour des Pierres du Niton, de Luc en observe sous l'eau plusieurs de tailles variables, en tout 24 dans un rayon de 25 m.

Concernant la nature des roches, de Luc relève que parmi les blocs des groupes Cologny et Eaux-Vives, ce sont les granites qui dominent, alors que dans la

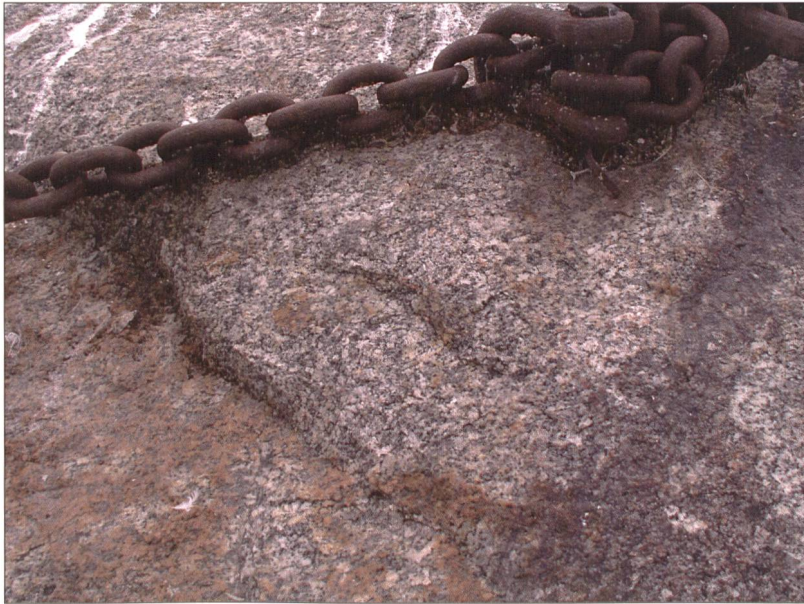


Photo 3 : Aspect macroscopique du bloc N2. Vue rapprochée de la Pierre du Niton: on observe un «crapaud» sous la chaîne, nom donné par les carriers à une enclave (foncée) d'amphibolite

région Thonon-Yvoire, ce sont «...les roches veinées, ou de schiste talqueux». Finalement, de Luc émet quelques hypothèses sur leur provenance. C'est ainsi qu'il note que la plupart des granites sont chloriteux et à gros grains, relevant la similitude avec des échantillons (de la protogine) prélevés à l'aiguille de Blaitière, dans les aiguilles de Chamonix (collection Jurine déposée au Muséum d'Histoire naturelle) (de Luc, *loc. cit.*, note p. 171). Il se pose même la question de leur transport, surpris, par exemple, de leur alignement au pied du Salève et du Mont de Sion, alors que «...entraînés par le vaste courant qui suivait le bassin du lac (...), pourquoi ne sont-ils pas restés au milieu du bassin?» (de Luc, *loc. cit.*, p. 175). Il est vrai que la théorie glaciaire n'avait pas encore vu le jour...

Après cette étude on ne peut plus complète, il n'y a eu, à notre connaissance, aucun nouveau travail sur ce sujet, les auteurs suivants se contentant de reprendre ses observations. On relèvera le nom de A. Favre qui, dans sa «Description géologique du Canton de Genève», mentionne que les Pierres du Niton sont constituées d'un granite identique à celui du Mont-Blanc, mais qu'elles sont issues du val Ferret ou du Trient, car le glacier de l'Arve était dévié avant d'atteindre la région de Genève (Favre, 1879; t. I, p. 113-114).

Photo 4 : Sur N2, le point de départ de l'altimétrie suisse (373.600 m.s.m.). En haut à droite, la cupule.



Enfin, J.W. Schroeder, dans sa «Géologie du pays de Genève», relève la présence des Pierres du Niton en granite dans la rade de Genève et pense qu'elles ont été amenées par le glacier würmien (Schroeder 1958).

Il est clair que l'attention des géologues genevois s'était tournée depuis longtemps vers des sujets plus importants en France voisine, en Suisse, voire à l'étranger. Mais un regain d'intérêt pour les Pierres du

Niton s'est manifesté en 2009 avec le projet de classement des deux blocs comme géotope d'importance nationale. Il nous a donc semblé utile d'étoffer un peu leur dossier avec des moyens d'investigation plus performants que ceux qu'avait de Luc aux alentours de 1820.

■ Prélèvement des échantillons

Le prélèvement a été effectué le 20 septembre 2009. La Pierre Dyolin n'a fourni que de petits échantillons. Sa position GPS est 46° 12.307' N et 6° 09.296' E. Elle dépassait ce jour-là de 2.1 m le niveau de l'eau, et la profondeur de l'eau était de 2.2 m autour du bloc, soit 4.3 m de hauteur totale, bien en accord avec les

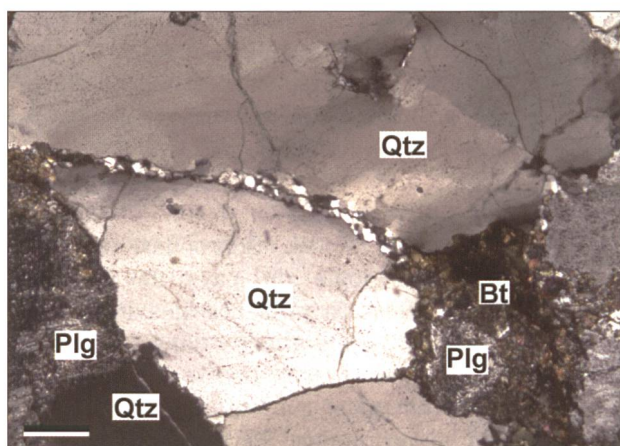


Fig. 3. Petits grains de quartz recristallisés à la jonction de deux grains de quartz primaire. Photo prise en lumière polarisée. Largeur de l'image : 2.27 mm.

Barre d'échelle : 250 μ m.

Abréviations : Plg = plagioclase, Qtz = quartz, Bt = biotite.

14 pieds mesurés par de Luc. Quant à la Pierre du Niton, elle a fourni une écaille de plusieurs kg. Sa position est : 46° 12.339' N et 6° 09.257' E. Elle dépassait le niveau du lac de 1.5 m, et la profondeur de l'eau à sa base était de 2 m, soit 3.5 m de hauteur totale, à nouveau en accord avec les 12 pieds de de Luc. Cela confirme les identifications respectives. Le repère en bronze est toujours présent, de même qu'un alignement vertical de pitons équidistants sur la face du bloc regardant la rive, ainsi que la cupule sommitale (photo 4).

Dans les deux cas, on a affaire à des roches très grenues, à gros feldspaths et à nombreuses enclaves d'amphibolites (photos 2 et 3).

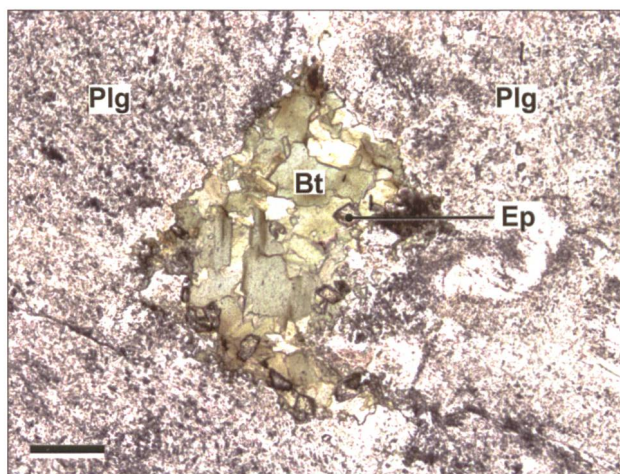


Fig. 4. Agrégats de cristaux de biotite verte, entourés par des plagioclases. Photo prise en lumière normale. Largeur de l'image : 2.27 mm. Barre d'échelle : 250 μ m.

Abréviations : Plg = plagioclase, Qtz = quartz, Bt = biotite, Ep = épidothite.

Nous avons aussi prélevé à titre de comparaison deux échantillons de granite en rive droite du glacier des Bossons (extrémité occidentale du massif du Mont-Blanc; origine probable: aiguille du Midi) et trois en rive droite du glacier du Trient (extrémité orientale du même massif; origine probable: pointe d'Orny ou Aiguilles Dorées).

■ Pétrographie et minéralogie

Les deux échantillons de la Pierre Dyolin (N1) et de la Pierre du Niton s.s. (N2) sont des granites porphyriques foliés du Mont-Blanc. L'intrusion du granite a été datée à 303 \pm 2 millions d'années par des datations U-Pb sur zircon (Bussy et al. 2000).

Dans les lames minces (Fig. 3 et 4), les deux échantillons montrent les minéraux principaux suivants: le quartz, le feldspath potassique, le plagioclase et la biotite. Le quartz primaire a une taille de 0.4 à 7 mm. Le feldspath potassique hypidiomorphe se présente sous forme de microcline perthitique à microperthitique de 5 à 15 mm. Les plus grands cristaux montrent des macles de Carlsbad. Les plagioclases (oligoclase) se présentent sous forme de cristaux hypidiomorphes et zonés de 0.8 à 5 mm. La biotite brune, hypidiomorphe à xénomorphe, forme des cristaux de 2 à 3 mm. Les reliques primaires de cette dernière espèce minérale montrent un pléochroïsme brun.

Les minéraux accessoires primaires sont la hornblende verte, l'allanite zonée, le zircon, l'apatite et les oxydes opaques.

Un comptage par points a été effectué sur les deux lames, avec 1362 (N1) et 1049 (N2) points comptés sur chacune des lames respectivement. Si l'on regarde la composition modale des deux échantillons, on constate quelques différences. Dans la lame N1, les plagioclases (32.2%) sont presque aussi abondants que le feldspath potassique (microcline, 31.2%). Le quartz en constitue 24.4%. Dans la lame N2, l'espèce la plus abondante est le plagioclase (37.2%), suivie par le quartz (32.3%) légèrement moins présent. Le microcline ne constitue que 17.8%. Dans les deux lames, les micas montrent des abondances à peu près similaires, 11.9 et 12.4% respectivement. Les minéraux accessoires ne sont présents qu'à hauteur de 0.2 et 0.3%.

Bien que l'aspect microscopique des deux échantillons soit relativement semblable, des différences de texture et de minéralogie dues au métamorphisme alpin peuvent être constatées. Dans N1, le quartz montre une extinction onduleuse faible et des grains recristallisés peu fréquents. Les plagioclases

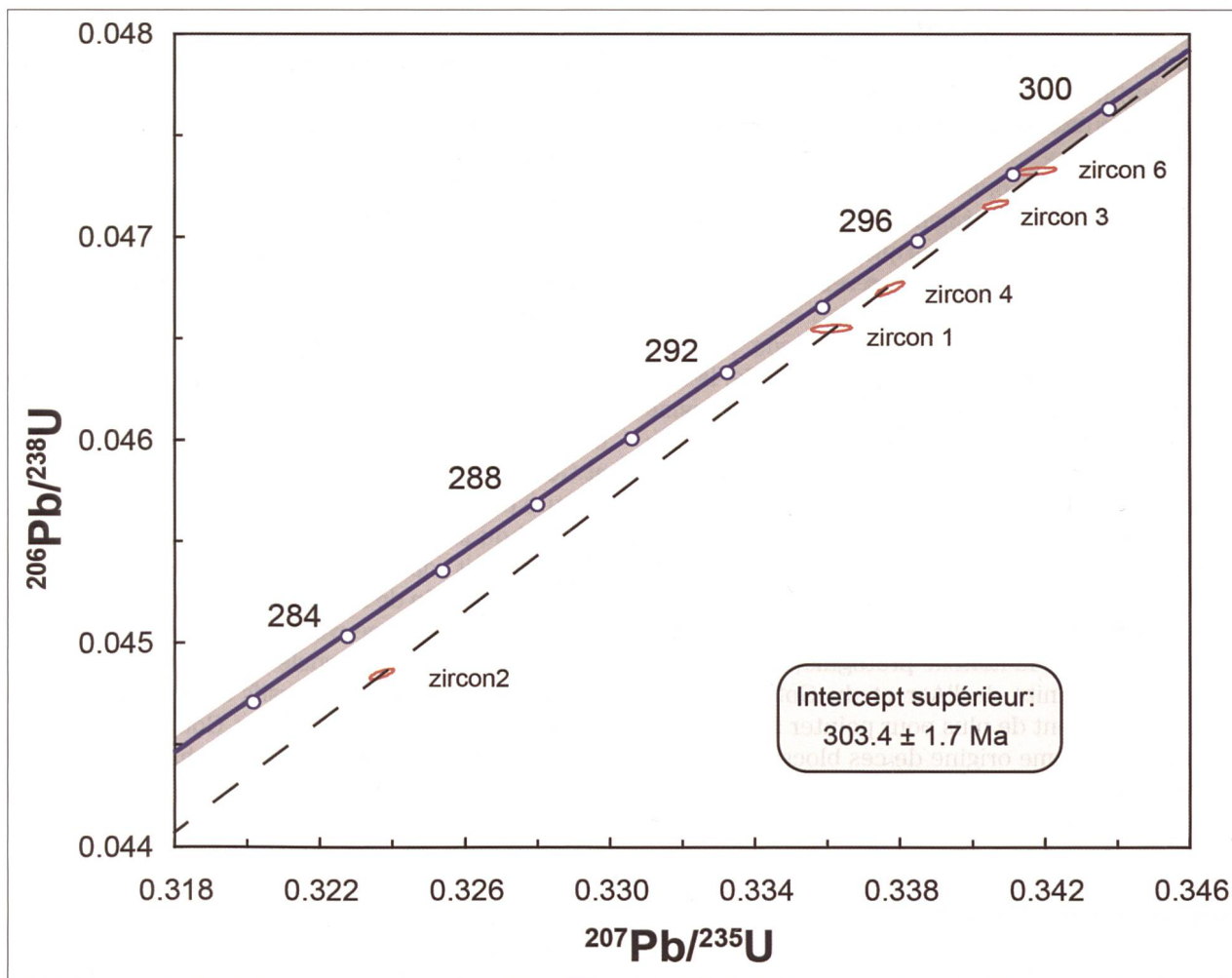


Fig. 5. Obtention de l'âge du granite à partir des zircons.

clases sont altérés en séricite (forme microcristalline de muscovite) et en saussurite (forme microcristalline d'épidote-clinozoisite). Des bordures d'albite entourant les feldspaths sont particulièrement bien développées le long des contacts entre les plagioclases et les feldspaths potassiques. La biotite brune est largement transformée en biotite verte, et contient des exsolutions orientées de rutile (sagénite). L'altération de la biotite en chlorite est rare. De rares agrégats d'épidote/clinozoisite sont observables entre les plagioclases et les feldspaths potassiques, et résultent de l'altération des plagioclases.

La roche N2 a subi une déformation plus marquée, avec une recristallisation des grains de quartz et de biotite. De nouveaux petits grains de quartz recristallisés se trouvent le long des bordures des grands grains de quartz primaire. Ceux-ci montrent une extinction onduleuse accentuée. Les plagioclases altérés en séricite et saussurite sont également observables dans cette lame. Les cristaux de biotite primaire sont souvent complètement recristallisés en petits grains de biotite verte, mesurant entre 0.1 et

0.4 mm. Ils sont associés à l'épidote/clinozoisite (jusqu'à 1 mm) et à la chlorite. Ces agrégats sont plus fréquents que dans la lame N1.

Le stilpnomélane, un autre minéral typique du métamorphisme alpin, n'a pas été observé dans les deux lames minces.

Processus métamorphiques et intensité du métamorphisme:

Le granite du Mont-Blanc s'est mis en place dans un socle cristallin polymétamorphique. L'ensemble a été affecté par la déformation et le métamorphisme alpin à l'ère tertiaire.

Deux minéraux d'index métamorphique existent dans le granite du Mont-Blanc: le stilpnomélane et la biotite verte (p. ex. Von Raumer et Bussy 2004). Des mesures thermobarométriques d'inclusions fluides présentes dans les cristaux de quartz des fissures alpines du granite du Mont-Blanc indiquent en moyenne une température de 410°C, ainsi

qu'une pression de 0.28 GPa, lors du pic du métamorphisme (Poty *et al.*, 1974). La présence de la biotite verte, ainsi que les données de pression et de température indiquent donc un faciès schistes verts inférieur.

Le métamorphisme subi pendant l'orogénèse alpine a conduit à l'altération des plagioclases et de la biotite brune respectivement en séricite/saussurite et en biotite verte/chlorite.

Malheureusement, dans la situation actuelle, la biotite verte, un minéral d'index du métamorphisme alpin se trouve presque partout dans le granite du Mont-Blanc. Pour cette raison, il n'est pas possible à partir de la minéralogie de déterminer plus précisément la provenance géographique de ces deux blocs erratiques dans le massif du Mont-Blanc. Par contre, la foliation du granite du Mont-Blanc, c'est-à-dire cette orientation des minéraux qui lui avait fait prendre autrefois le nom de protogine, ne s'observe pas dans le granite de l'Aar et du Gothard. C'est donc un argument de plus pour pointer le massif du Mont-Blanc comme origine de ces blocs, en plus de leur transport en rive gauche du glacier du Rhône et de celui de l'âge que nous donnons ci-dessous.

■ Age de l'échantillon N1

Pour confirmer l'hypothèse que le granite d'âge varisque du Mont-Blanc est bien à l'origine de ces blocs erratiques, une datation a été effectuée en utilisant la désintégration des isotopes de l'uranium en des isotopes stables du plomb (U-Pb). Cette technique permet de déterminer les concentrations des isotopes radioactifs ^{238}U et ^{235}U et celles des isotopes radiogéniques et stables du plomb (^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb); en connaissant la constante de désintégration des deux isotopes radioactifs, on peut donc déterminer l'âge de la cristallisation du zircon.

Pour cette analyse, cinq zircons ont été sélectionnés, préparés par un traitement de «annealing» et de lessivage. Un traceur artificiel contenant ^{205}Pb , ^{233}U et ^{235}U était ajouté avant la mise en solution pour permettre le calcul des concentrations. L'uranium et le plomb ont été séparés par chromatographie sur une résine échangeuse anionique, et leur composition isotopique analysée sur un spectromètre de masse à thermo-ionisation en utilisant un multiplicateur d'électrons secondaires en mode numérique de comptage d'ions. Une description complète des techniques analytiques du laboratoire de géochimie isotopique de la Section des sciences de la Terre et de l'environnement à l'Université de Genève se trouve dans l'article de Schoene *et al.* (2010).

Les cinq zircons analysés montrent des effets de perte de plomb partielle, qui a eu lieu très probablement pendant le métamorphisme alpin. Une régression linéaire définit une ligne de discordia statistiquement parfaite: elle donne un intercept supérieur de 303.4 ± 1.7 Ma, interprété comme âge de la cristallisation des zircons (Fig. 5). Cet âge est tout à fait conforme avec l'âge du granite de Mont-Blanc de 303 ± 2 Ma (Bussy *et al.* 2000). D'autres granites présents dans le bassin versant du Rhône ne peuvent être retenus. En effet, ceux du massif de l'Aar sont en général plus jeunes, outre le fait rédhibitoire d'être situés en rive droite de la vallée du Rhône, ainsi que ceux du massif du Gothard, rive gauche (Schaltegger et Gebauer 1999). Quant au granite de Vallorcine, sa texture et sa composition le différencient nettement de celui du Mont-Blanc (Bussy *et al.* 2000). Ce dernier s'inscrit dans une période de magmatisme intense vers la fin de l'orogénèse varisque en Europe, dont les témoins peuvent être étudiés dans les régions où affleure le socle varisque, soit dans le Massif Central, dans les massifs du Mont-Blanc, des Aiguilles Rouges, de l'Aar et du Gothard, ainsi que dans les Vosges et la Forêt Noire (Schaltegger 1997).

■ Discussion et conclusions

Pour la première fois, nous avons une analyse détaillée des deux blocs erratiques situés dans la rade du Léman, à Genève, ainsi que leur âge. Nous espérons de plus pouvoir déterminer la provenance des blocs par leur minéralogie, mais la présence uniforme de la biotite verte, un indicateur de l'intensité du métamorphisme, est observée d'un bout à l'autre du massif du Mont-Blanc. Elle ne nous permet donc pas de l'utiliser comme marqueur géographique. Cependant, on sait que le glacier du Rhône au Würm avait un volume bien plus important que celui de l'Arve et qu'à l'emplacement de Genève, il était canalisé entre le Salève et le Jura alors que le glacier de l'Arve s'écoulait essentiellement par le col des Evires, entre le Salève et le massif des Bornes, en direction d'Annecy (Coutterand *et al.* 2006). Il semble donc logique d'imaginer une dépose par le glacier du Rhône. Les Pierres du Niton ont donc bien comme origine le massif du Mont-Blanc, mais son extrémité orientale. Elles auraient rejoint le Valais soit au niveau de Martigny à partir du val Ferret, soit par le glacier du Trient et la vallée de l'Eau Noire, voire encore à partir de la partie orientale de la vallée de Chamonix par la diffluence prouvée des glaciers du Tour et d'Argentière par le col des Montets ou celui des Posettes (Coutterand *et al.* 2006). L'ensemble de blocs relevé par de Luc dans ce secteur SW de la côte du Léman, dont les Pierres du Niton sont deux des rares témoins actuellement émergés, peut faire penser à un écroulement de grande ampleur sur le glacier

du Rhône, étalé sur plusieurs mois, qui se serait produit en un lieu indéterminé de la partie orientale du massif du Mont Blanc. Ceci, à l'instar du phénomène qui est survenu à l'aiguille du Dru en 2005, au-dessus de Chamonix, et qui a recouvert d'énormes blocs le petit glacier de la Charpoua.

L'origine des Pierres qui n'était alors qu'une hypothèse se voit confirmée de façon convaincante par la datation du granite qui nous donne un âge identique à ce qui avait été établi pour le massif du Mont-Blanc.

■ Remerciements

Je remercie M. Raphaël Gossner qui a bien voulu nous transporter dans son bateau à moteur un dimanche matin aux aurores pour effectuer les prélèvements. Merci aussi à Florence Sesiano pour son aide dans cette opération où toute glissade dans l'eau sur une roche polie et recouverte de guano humide aurait été intempestive. Je remercie aussi M. J.-M. Boccard, de la section des Sciences de la Terre à l'Université de Genève, pour la confection des lames minces, la Dr. M. Ovtcharova pour les analyses isotopiques, ainsi que A. Piuz et Fl. Marteau, du Muséum d'Histoire naturelle, pour les prises de vue et le graphisme de ces lames. Ma reconnaissance s'adresse aussi à J. Metzger, géologue-dessinateur à la section des Sciences de la Terre, pour les dessins figurant dans cet article. Merci enfin à Michel Meyer, géologue cantonal à Genève, pour ses informations sur le soubassement des pierres et Laurence Ebner pour la relecture attentive du manuscrit.

Bibliographie

- **AMBERGER G, BERGIER J-F, GÉROUDET P, MONOD R, PITTARD J-J, REVAQUIER R, SAUTER M-R.** 1976. Le Léman, un lac à découvrir. 233 p., éd. Office du Livre, Fribourg.
- **BUSSY F, HERNANDEZ J, VON RAUMER JF.** 2000. Bimodal magmatism as a consequence of the post-collisional readjustment of the thickened variscan continental lithosphere (Aiguilles Rouges/Mont-Blanc massifs, western Alps). *Trans. of the Royal Soc. Edinburgh*, 91: 221-233.
- **CORBOUD P.** 2009. L'environnement : la mise en place du paysage - l'environnement préhistorique du Bassin genevois. In : *L'archéologie en territoire genevois*. Bull. Archéol. Suisse, 4-11, 2.
- **COUTTERAND S, BUONCRISTIANI J-F.** 2006. Paléogéographie du dernier maximum glaciaire du Pléistocène récent dans la région du massif du Mont-Blanc, France. *Quaternaire* 17, (1), 35-43.
- **DE LUC JA.** 1826. Mémoire sur le phénomène des grandes pierres primitives alpines distribuées par groupes dans le bassin du lac de Genève et dans la vallée de l'Arve. *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, t. III, 139-200.
- **DÉRIAZ E.** 1958. Cartographie actuelle du canton de Genève. *Le Globe*, *Mém. Soc. Géogr. Genève*, t. XCVII, 15-36.
- **DE SAUSSURE HB.** 1779. *Voyages dans les Alpes*. 4 tomes, Neuchâtel.
- **FAVRE A.** 1879. Description géologique du Canton de Genève. Bull. de la classe d'Agriculture de la Soc. des Arts de Genève. 2 tomes.
- **KISTER JF.** 1998. Des mégalithes, des légendes et des dieux. 173 p., éd. Cabédita, Morges.
- **MOSCARIELLO A.** 1996. Quaternary Geology of the Geneva Bay (Lake Geneva, Switzerland): sedimentary record, paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction since the last Glacial Cycle. Thesis Univ. Geneva, 230 p.
- **MOSCARIELLO A, PUGIN A, WILDI W, BECK C, CHAPRON E, DE BATIST M, GIRARDCLOS S, IVY OCHS S, RACHOUD-SCHNEIDER A-M, SIGNER C, VAN CLAUWENBERGHE T.** 1998. Déglaciation würmienne dans des conditions lacustres à la terminaison occidentale du bassin lémanique (Suisse occidentale et France). *Ecol. geol. Helv.* 91, 185-201.
- **POTY BP, STALDER HA, WEISBROD AM.** 1974. Fluid inclusions studies in quartz from fissures of western and central Alps, Schweiz. *mineral. petrogr. Mitt.*, 54: 717-752.
- **RICKLI-GOS P, OBERGFELL B.** 2007. Genève et ses mystères. Flâneries insolites dans l'histoire. 157 p., éd. Cabédita, Morges.
- **SCHALTEGGER U.** 1997. Magma pulses in the Central Variscan Belt: episodic melt generation and emplacement during lithospheric thinning. *Terra Nova* 9, 242-245.
- **SCHALTEGGER U, GEBAUER D.** 1999. Pre-Alpine geochronology of the Central, Western and Southern Alps. Schweiz. *Mineral. Petrogr. Mitt.* 79, 79-87.
- **SCHOENE B, GUEX J, BARTOLINI A, SCHALTEGGER U. & BLACKBURN T.J.** 2010. Correlating the end-Triassic mass extinction and flood basalt volcanism at the 100,000-year level. *Geology* 38, 387-390
- **SCHROEDER JW.** 1958. Géologie du Pays de Genève. *Le Globe*, *Mém. Soc. Géogr. Genève*, t. XCVII, 51-87.
- **VON RAUMER JF, BUSSY F.** 2004. Mont-Blanc and Aiguilles Rouges. Geology of their polymetamorphic Basement (External Massifs, Western Alps, France-Switzerland), *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, n° 42, 203 p.