

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 45 (1965)

Heft: 1

Artikel: Déterminations d'âges "plomb total" sur des zircons de la chaîne alpine
: 3e Série

Autor: Bertrand, Jean / Chesseix, Ronald / Delaloye, Michel

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-35197>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 27.01.2026

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

Déterminations d'âges „plomb total“ sur des zircons de la chaîne alpine

3^e Série

Par *Jean Bertrand, Ronald Chesseix, Michel Delaloye, Roger Laurent et Marc Vuagnat* (Genève)

Abstract

We present some new results obtained on zircons of the Alpine belt by the “total lead” method, using X-Ray fluorescence technique.

Most of the granites of the Aiguilles-Rouges, Belledonne and Grandes-Rousses massives give hercynian ages, between 280 and 340 M. y.

The granites found as exotic blocks associated with alpine ophiolites in prealpine Flysch are also hercynian.

In the pluton of the Cima d'Asta (southern Alps), the “total lead” age found on a quartz diorite is fairly concordant with the Rb/Sr values measured on biotites, indicating a late-hercynian intrusion.

In the Maures massif (Provence), the granitisation is probably early-hercynian.

INTRODUCTION

Continuant nos investigations géochronologiques dans les Alpes, nous présentons quelques nouveaux résultats obtenus sur des zircons de roches éruptives et métamorphiques par la méthode du „plomb total“.

Nous ne reviendrons pas sur les principes et limitations, maintenant bien connus, de cette méthode. Sa précision est naturellement moins élevée que celle des méthodes „isotopiques“, mais néanmoins suffisante pour que les résultats obtenus soient d'une aide précieuse au géologue et au pétrographe.

Ces recherches ont été rendues possibles grâce à l'assistance financière du Fonds national suisse pour la recherche scientifique.

DISCUSSION DES RESULTATS

I. Massifs cristallins externes*Massif des Aiguilles-Rouges*

La seule détermination nouvelle effectuée concerne le granite de la Montagne de Pormenaz qui forme, avec celui de Vallorcine, la principale intrusion granitique du Massif des Aiguilles-Rouges.

Le granite de Pormenaz est situé dans la partie méridionale du massif, entièrement sur territoire français. Il affleure sous forme d'une bande allongée NNW-SSE, longue de 5 km environ et d'une largeur moyenne de 500 m. Il forme le noyau anticinal d'une couverture de chlorite-gneiss très écrasés représentant le groupe supérieur (méso- à épizonal) de la série cristallophyllienne des Aiguilles-Rouges.

On distingue dans ce granite un faciès marginal à hornblende, à grain fin, modifié par endomorphisme, du faciès central qui est un granite à phénocristaux roses de feldspath potassique emballés dans une pâte verdâtre de chlorite, quartz, séricite et biotite. Ce sont les zircons de cette roche qui ont été datés.

Le granite de Pormenaz est de type alcalin, comme celui du massif du Mont-Blanc, tandis que le granite de Vallorcine est monzonistique. La composition minéralogique du granite central porphyroïde est la suivante: quartz, 26—47%; feldspath potassique, 22—40%; plagioclase, 5—10%; micas, 9—27%.

Sur la base de sa composition, on peut supposer que ce granite est, comme la „protogine“ du Mont-Blanc, un peu plus tardif que celui de Vallorcine. Le résultat que nous avons obtenu (290 m. a.) semble confirmer cette hypothèse. Cette valeur est éventuellement un peu trop faible, car la mise en place du granite est antérieure au dépôt des sédiments houillers qui a débuté au Stéphanien, il y a environ 290 à 300 m. a.

Massif de Belledonne

Rappelons que nous avons déjà effectué deux déterminations d'âges sur les zircons du granite de Saint-Colomban-les-Villard (423 et 525 m. a.), mis en place dans la série verte de C. BORDET (1961).

Nous présentons maintenant trois nouveaux âges obtenus sur le granite du Roc Blanc (série verte) et sur les granites de Beaufort et de la Chaudanne (série satinée). Ces trois intrusions sont situées dans la partie septentrionale du massif de Belledonne.

Tableau des résultats

Zircon No	Type de roche	Unité géologique	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	Activité ($\alpha/\text{mg} \cdot \text{h}$)	Pb (ppm)	Age (M.a.)
<i>Massifs cristallins externes</i>								
175 AR 7	Granite de Pormenaz	Massif des Aiguilles-Rouges	1328	1069	0,80	579	69	290
199 Bd 6	Granite de La Chaudanne	Massif de Belledonne (série satinée)	3337	2153	0,65	1408	161	281
200 Bd 7	Granite de Beaufort	Massif de Belledonne (série satinée)	2351	819	0,35	931	64	174
201 Bd 8	Granite du Roc Blanc	Massif de Belledonne (série verte)	3893	1018	0,26	1513	201	333
102 GR 4	Granite de Rochail	Massif des Grandes-Rousses	2244	1270	0,57	931	112	298
<i>Blocs exotiques dans le Flysch des Préalpes supérieures</i>								
181 BEP 1	Granite du Plenay	Flysch des Gets (Chablais)	2188	830	0,38	873	89	255
182 BEP 2	Granite des Lanches	Flysch des Gets (Chablais)	1765	1278	0,72	757	99	320
183 BEP 3	Granite de la Rosière	Flysch des Gets (Chablais)	3311	1322	0,34	1327	99	189
177 BEP 4	Granite du Jaunpass	Flysch du Simmental	876	188	0,23	342	43	342
<i>Zone des racines</i>								
171 Cv 2	Gneiss à 2 micas	Zone du Canavèse	499	145	0,29	195	34	431
<i>Zone insubrienne</i>								
170 St 2	Gneiss à biotite	Zone de Strona	720	201	0,28	287	93	795
<i>Alpes du Sud</i>								
196 CA 1	Diorite quartzique	Massif de la Cima d'Asta	2070	2007	0,97	932	115	300
<i>Massif des Maures</i>								
194 M 3	Gneiss à 2 micas	Groupe des gneiss des Bormes	633	122	0,19	243	60	605
195 M 4	Gneiss œillé (embréchite)	Groupe des migmatites de Saint-Tropez	2021	615	0,30	793	130	406
190 M 1	Granite d'anatexie	Groupe des migmatites de Saint-Tropez	1194	4650	3,89	841	163	432

Le granite du Roc Blanc forme une bande allongée approximativement N-S, assez redressée, dans les ectinites de la série verte et développant à son contact une zone de migmatites. L'épaisseur de cette lame granitique ne dépasse pas 500 m. Il s'agit d'une roche claire, à grain moyen, contenant des phénoblastes de microcline, de la biotite altérée et un peu d'amphibole, dans les zones de contact particulièrement. Ce granite a subi des actions dynamiques manifestes et il acquiert localement le faciès protogine.

Les granites de la série verte jalonnent les axes anticlinaux. Pour C. BORDET, ce sont des granites d'anatexie ayant des caractères pétrographiques et chimiques identiques à ceux des migmatites. Ils appartiennent à la même phase de métamorphisme et sont syncinématiques.

Les granites de Beaufort et de la Chaudanne sont intrusifs dans la série satinée. Le premier est un massif allongé NE-SW, de 2 km de largeur et affleurant sur une longueur de 3 km. Le second forme un petit massif situé au N du Lac de la Girotte. L'étude structurale montre que ces deux granites appartiennent en fait à la même intrusion. Ce sont des roches claires, grises, verdâtres ou roses, à grain moyen. Ils sont souvent porphyroïdes, particulièrement dans les zones de bordure. L'écrasement étant partout assez poussé, la biotite est toujours complètement chloritisée.

Contrairement aux granites de la série verte, ceux de la série satinée se sont mis en place dans les structures syncliniales, vraisemblablement à la faveur de la rupture en profondeur des charnières. Ils sont en rapport génétique avec les granites de la série verte quoique, peut-être, un peu plus tardifs. Ils ne sont pas directement associés aux migmatites de la série satinée. Ces vues sont exprimées par C. BORDET (1961) à qui on doit le travail le plus important ayant paru sur le massif de Belledonne.

Pour cet auteur, tous ces granites dateraient de la grande phase orogénique du Dinantien supérieur (phase sudète). Un âge précambrien, calédonien ou westphalien est beaucoup moins probable. Cependant, tout ce que l'on peut affirmer pour l'instant, c'est que le granite d'Outray, mis en place dans la série verte, est anté-stéphanien.

L'âge obtenu sur les zircons du granite du Roc Blanc (série verte), égal à 333 m. a., c'est-à-dire dinantien selon l'échelle des temps absolus admise actuellement, est donc un bon argument en faveur de l'hypothèse de C. BORDET. Naturellement, comme on ne connaît pas la teneur en Pb commun (d'origine non radiogénique) des zircons de ce granite, il subsiste un doute sur l'exactitude de cette valeur. Selon toute vraisemblance, elle ne doit pas être très éloignée de l'âge réel (cristallisation du zircon).

Le granite de Beaufort (174 m. a.) et celui de la Chaudanne (281 m a.) semblent bien être un peu plus récents que ceux de la série verte. La valeur obtenue sur le premier de ces granites est manifestement trop faible, ce qui est probablement dû aux effets de l'orogenèse alpine. On ne peut exclure, à notre avis, une formation post-dinantienne car plusieurs granites hercyniens donnent des âges (déterminés par plusieurs méthodes, Rb/Sr, U/Pb isotopiques, sur plusieurs minéraux et sur la roche totale) voisins de 300 m. a. (limite Westphalien-Stéphanien), souvent même un peu plus faibles.

Massif des Grandes-Rousses

Un échantillon du granite de Rochail, principale intrusion de ce massif, a donné un âge de 298 m. a., qui concorde parfaitement avec celui obtenu sur le granite du Pelvoux (296 m. a.), situé immédiatement à l'E des Grandes-Rousses.

Cette valeur est aussi du même ordre de grandeur que celles que nous avons mesurées sur la syénite de Lauvitel (271 et 308 m. a.). Les zircons de ces trois roches ont également une radioactivité presqu'identique (980 et 939 $\alpha/\text{mg} \cdot \text{h}$ pour la syénite et 931 $\alpha/\text{mg} \cdot \text{h}$ pour le granite); leur aspect est également le même.

Cette syénite, rappelons-le, est intimement liée au granite et, sur la base de ces résultats, nous ne pensons pas qu'elle soit antérieure. Maintenant, s'agit-il d'un produit de différenciation du granite (P. TERMIER) ou d'enclaves de roches basiques plus anciennes incomplètement digérées (P. BELLAIR, 1948)? Il est évidemment difficile de se prononcer; tout ce que nous pouvons dire, c'est que les zircons de ces deux types de roches ont cristallisé en même temps, il y a environ 300 m. a., comme le granite du Pelvoux, et probablement aussi comme de nombreux autres granites hercyniens (Aar, Mont-Blanc, Pormenaz, certains granites des massifs de Belledonne et du Gotthard).

Nous ne pensons pas, actuellement, que ces granites puissent être rattachés à la phase saalienne (Permien moyen) de l'orogenèse hercynienne. Les âges obtenus se concentrent nettement autour de 280—300 m. a. (Westphalien supérieur à Stéphanien) et non autour de 250 m. a. (Permien moyen). Même si l'on admet que les zircons contiennent en moyenne près de 10% de Pb d'origine non radiogénique (M. GRÜNENFELDER, comm. orale), cela n'empêche pas les valeurs trouvées de fixer pour la plupart un âge Carbonifère supérieur.

II. Granites en blocs exotiques dans le Flysch des nappes préalpines supérieures

Quatre échantillons ont été datés, dont trois proviennent des principaux pointements de la région des Gêts, en Chablais (Haute-Savoie, France), le dernier du Jaunpass, dans le Simmental.

Ces granites accompagnent toujours les roches basiques et ultrabasiques du cycle ophiolitique alpin, ce qui ne signifie pas obligatoirement qu'ils leur soient associés génétiquement. Au contraire, tout laisse supposer que les granites sont plus anciens.

Les affleurements sont généralement mauvais, aussi est-il malaisé d'étudier les relations entre ces différentes roches. En plusieurs points, le granite est entouré d'ophiolites: A la Rosière, par exemple, on le voit emballé dans des brèches diabasiques. F. JAFFE (1955) pense que le granite a été divisé en plusieurs compartiments par des diaclases béantes, probablement à cause de phénomènes telluriques intenses marquant le début de l'activité ophiolitique. Ces diaclases auraient ensuite été remplies par le magma basique.

Ces granites sont toujours des roches très claires, assez altérées, à grain moyen à grossier. A la Rosière, au Plenay et au Jaunpass, ils sont à albite et orthose; aux Lanches, le granite est franchement albitique.

Les résultats trouvés prouvent sans contestation possible que ces granites appartiennent au cycle hercynien. Il est difficile d'en dire plus car ils ont subi, probablement durant la phase ophiolitique, une métasomatose albitique, comme le prouve d'ailleurs la faible teneur en Hf de leurs zircons (Zr/Hf moyen, 46) qui ont certainement été affectés par ce phénomène.

Deux des âges obtenus semblent trop faibles (189 m. a. pour le granite de la Rosière, 255 m. a. pour celui du Plenay). Le granite du Jaunpass (342 m. a.) semble un peu plus ancien que ceux des Gets; la radioactivité de ses zircons est également plus faible ($315 \alpha/\text{mg} \cdot \text{h}$) que celle des trois autres échantillons (757, 873 et 1327 $\alpha/\text{mg} \cdot \text{h}$).

III. Zone du Canavèse

L'âge de 431 m. a. obtenu sur les zircons d'un paragneiss de cette unité est comparable à ceux que nous avons trouvés sur des roches ayant cristallisé, ou recristallisé, lors de l'orogenèse hercynienne.

Rappelons qu'un âge assez proche (360 m. a.) a été obtenu sur les zircons d'un paragneiss de la zone de Sesia-Lanzio.

IV. Zone de Strona

Une nouvelle détermination effectuée sur les zircons d'un paragneiss à biotite de cette zone confirme l'âge élevé des roches qui la constituent. La valeur obtenue, 795 m. a., est encore plus élevée que celle que nous avons déjà publiée (A. BUCHS et coll., 1962).

On peut évidemment postuler un âge précambrien supérieur pour le dépôt et le métamorphisme de ces roches. Cette attribution n'est toutefois pas certaine puisqu'une partie des zircons de cette roche est d'origine détritique. On ne peut donc encore exclure que sédimentation et métamorphisme soient d'âge paléozoïque inférieur. La plupart des géologues ayant travaillé dans cette région admettent toutefois que le socle gneissique de la zone insubrienne est précambrien.

V. Massif de la Cima d'Asta

Ce massif est situé au S des Alpes dolomitiques et du bouclier de Bolzano, dans le Trentin, Italie.

Nous avons daté les zircons d'un échantillon de diorite quartzique provenant de la région de Caoria. L'âge trouvé, 300 m. a., est en accord avec ceux obtenus par FERRARA et coll. (1962) par la méthode du Rb/Sr sur des biotites de granites de ce même massif.

Conformément à ce que l'on pouvait prévoir, les âges apparents des biotites sont un peu plus faibles que ceux obtenus sur les zircons par la méthode du „Pb total“. Toutefois, la teneur en Pb commun de ces zircons peut fort bien être la cause de cette faible différence d'âge.

Ainsi, nous pensons que la formation et la mise en place de ce batholite de la Cima d'Asta remonte certainement au Carbonifère supérieur.

VI. Massif des Maures

Nous avons commencé une étude géochronologique du massif des Maures qui forme, avec l'Esterel, le noyau cristallin de la Provence, dans le S de la France. Nous présentons ci-dessous les premiers résultats obtenus.

La plus grande partie de ce massif est constituée par des schistes cristallins auxquels sont associés quelques roches ignées intrusives et extrusives.

Cette unité, autant géographique que géologique, est un témoin de l'ancienne chaîne hercynienne; métamorphisme et granitisation seraient ainsi d'âge carbonifère.

S. GUEIRARD (1962) a divisé les schistes cristallins des Maures en huit groupes, sur la base de leurs caractères pétrographiques. D'ouest en est, les formations sont de plus en plus profondément métamorphisées. Les sept premiers groupes sont formés essentiellement par des ectinites, le dernier par des migmatites, développées à l'E de l'accident de Grimaud, dans la presqu'île de Saint-Tropez particulièrement, où l'on peut observer plusieurs types de roches: embréchites, anatexites, granites.

La découverte de graptolites gothlandiens dans les schistes du groupe du Fenouillet, à l'W du massif, a permis de préciser l'âge du dépôt des sédiments originels.

Nous avons effectué une détermination d'âge sur les zircons d'un gneiss à deux micas du groupe des gneiss des Bormes, largement représenté dans les Maures. La valeur trouvée, 605 m. a., apparaît comme assez normale, les zircons, qui sont en partie, d'origine détritique, donnant un âge un peu plus élevé que celui du dépôt qui remonte certainement au Paléozoïque inférieur.

Nous avons également effectué deux autres déterminations sur des migmatites de la partie orientale du massif. On peut en effet se demander si, dans les Maures, la série des migmatites fondamentales est aussi ancienne que certaines roches de type équivalent des Alpes (Aiguilles-Rouges, Mont-Rose) et du Massif Central. La réponse semble bien être négative.

Nous avons en effet trouvé les âges suivants: 406 m. a. sur les zircons d'un gneiss œillé (embréchite) et 432 m. a. sur ceux d'un échantillon de granite d'anatexie. Ces valeurs donnent la preuve que la migmatisation est paléozoïque.

Nous pouvons raisonnablement penser qu'il s'agit d'un phénomène se rattachant au cycle hercynien, qui aurait précédé la mise en place des granites tardifs (granite de Plan de la Tour). Métamorphisme et granitisation sont certainement anté-stéphaniens, probablement d'âge carbonifère inférieur ou moyen (phase sudète ou, éventuellement, phase bretonne, un peu plus ancienne).

Les âges un peu trop élevés¹⁾ seraient dus à la présence de zircons „reliques“, fort probables dans des roches provenant de la granitisation d'anciens sédiments. On peut d'ailleurs également trouver une proportion importante de ces xénocristaux dans des roches d'origine magmatique indubitable.

D'autre part, si l'on suppose que 10% du Pb contenu dans ces zir-

¹⁾ Actuellement, la limite entre Carbonifère et Dévonien est fixée à 350 m. a.

cons n'est pas radiogénique, les âges corrigés rentrent dans le cadre de l'orogenèse hercynienne. Cette seule cause d'erreur suffirait donc à expliquer l'âge apparent trop élevé de ces roches.

A ce propos, on peut remarquer que, dans les vieux massifs d'Europe occidentale, de nombreux âges „Pb total“ sont compris entre 400 et 450 m. a. Pour expliquer cette concentration, on pourrait également supposer que certaines de ces roches sont calédoniennes et auraient été remobilisées par la suite. De tels phénomènes ont été mis en évidence dans de nombreuses régions. Les effets de l'orogenèse hercynienne auraient été assez intenses pour effacer les structures anciennes ou, tout au moins, pour rendre leur interprétation très difficile. Il est évident que, pour l'instant, il ne s'agit que d'une hypothèse, non vérifiée par les observations géologiques et pétrographiques.

PROVENANCE DES ÉCHANTILLONS

- 175 AR 7 Flanc NW de la Montagne de Pormenaz, au-dessus des chalets du Souay. Coord. $6^{\circ} 47' / 45^{\circ} 57'$.
- 199 Bd 6 1,8 km à l'W du lac de Girotte, dans carrière au-dessous du lac. Coord. $6^{\circ} 38' / 45^{\circ} 47'$.
- 200 Bd 7 Route Beaufort–barrage de Roselend, 300 m à l'E de Beaufort. Coord. $6^{\circ} 34' / 45^{\circ} 42'$.
- 201 Bd 8 3,5 km à l'E de Beaufort. Coord. $6^{\circ} 37' / 45^{\circ} 42'$.
- 102 GR 4 Versant N de l'Aiguille du Midi. Coord. $3^{\circ} 43' / 45^{\circ} 01' 15''$.
- 181 BEP 1 En-dessous de la station supérieure du téléphérique Morzine–Le Plenay. Coord. 139,300 / 936,400, feuille Samoëns 7.
- 182 BEP 2 Dans torrent, au-dessus du pt. 1150,8, à la cote 1200 m. Coord. 136,400 / 933,720, feuille Samoëns 7.
- 183 BEP 3 Dans les bois, au N du chalet de la Rosière. Coord. 134,950 / 932,280, feuille Samoëns 6.
- 177 BEP 4 Dans la pente boisée au-dessus de Hauen, au S du Jaunpass, alt. 1585 m. Coord. 159,000 / 592,350, feuille Gantrisch.
- 171 Cv 2 Entre Malesco et Finero, au bord de la route, dans tournant en épingle à cheveux. Coord. $6^{\circ} 12' / 46^{\circ} 06' 40''$.
- 170 St 2 10 m à l'W de Soraglio, valle Canobbina. Coord. $6^{\circ} 17' 45'' / 46^{\circ} 04'$.
- 196 CA 1 1 km en aval (au S) de Caoria, rive droite de la vallée, 150 m au-dessus du lit de la rivière.
- 194 M 3 500 m au SE du village des Bormes, le long de la route Les Bormes–Lavandou. Coord. $4^{\circ} 00' 50'' / 43^{\circ} 08' 40''$.
- 195 M 4 Carrière au N du château de Pampelonne, au bord de la route. Coord. $4^{\circ} 18' 40'' / 43^{\circ} 14' 30''$.
- 190 M 1 300 m au N de Ramatuelle. Coord. $4^{\circ} 16' 40'' / 43^{\circ} 13'$.

BIBLIOGRAPHIE

BSMP = Bulletin suisse de Minéralogie et Pétrographie

- BELLAIR, P. (1948): Pétrographie et tectonique des massifs centraux dauphinois. I. Le Haut Massif. Mém. carte géol. détaillée de la France, Paris.
- BORDET, C. (1961): Recherches géologiques sur la partie septentrionale du massif de Belledonne. Mém. carte géol. détaillée de la France, Paris.
- BUCHS, A., CHESSEX, R., KRUMMENACHER, D. et VUAGNAT, M. (1962): Ages „plomb total“ déterminés par fluorescence X sur les zircons de quelques roches des Alpes. BSMP, 42, 295.
- CHESSEX, R., DELALOYE, M., KRUMMENACHER, D. et VUAGNAT, M. (1964): Nouvelles déterminations d'âges „plomb total“ sur des zircons alpins. BSMP, 44, 43.
- FERRARA, G., HIRT, B., LEONARDI, P. et LONGINELLI, A. (1962): Datazione assoluta di alcune rocce del massiccio intrusivo di cima d'Asta. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., série A, fasc. II.
- GUEIRARD, S. (1962): Le massif des Maures de Toulon à Saint-Raphaël. Guide géologique. Hermann, Paris.
- JAFFE, F. C. (1955): Les ophiolites et les roches connexes de la région du Col des Gets (Chablais, Haute-Savoie). BSMP, 35, 1.
- LAURENT, R. (1963): Etude géologique et pétrographique de la Montagne de Pormenaz, Trav. dipl. Univ. Genève.

Manuscrit reçu le 30 octobre 1964.