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

Band: 50 (1970)

Heft: 3

Artikel: Observations nouvelles sur les nuclei et le zonage des cristaux de zircon : problèmes génétiques qui en découlent

Autor: Pupin, J.P. / Turco, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-39268

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: 13.07.2025

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

Observations nouvelles sur les nuclei et le zonage des cristaux de zircon

Problèmes génétiques qui en découlent

Par *J. P. Pupin* et *G. Turco* (Nice)*)

Avec 1 figure dans le texte et 4 planches

Abstract

Some characters of the accessory zircon such as nuclei, zonation, etc. are discussed by the writers; definitions are proposed to avoid, if possible, further confusions in petrogenetic studies using zircon data.

Résumé

Les auteurs rappellent l'importance des caractères descriptifs dans l'utilisation du zircon accessoire comme indicateur pétrogénétique. Ils précisent certains de ces caractères en prenant des exemples concrets, discutent des critères élémentaires tels que noyau, zonage, etc. ... et proposent des définitions destinées dans la mesure du possible, à éviter toute confusion dans les études faisant appel à ces critères.

*

De nombreux auteurs ont, d'une manière générale, mis l'accent sur le grand nombre de caractères descriptifs que présente le zircon accessoire des roches de diverses origines: habitus, inclusions, couleur, zonage, présence ou absence de nuclei, phénomènes d'excroissances, de surcroissances, d'agrégats, etc. ... *Toute recherche ayant pour but d'établir des corrélations ou des comparaisons à partir des minéraux accessoires lourds devrait donc préalablement comporter un examen minutieux de tout ou partie de ces caractères* puisque le zircon constitue en quelque sorte un „chef de file" de ces minéraux particuliers et d'autre part qu'on ne peut utilement comparer que ce qui est susceptible de l'être.

---

*) Laboratoire de Pétrologie-Minéralogie. Faculté des Sciences de Nice (France).

Plus particulièrement, le zonage des cristaux de zircon est un caractère qui a été fréquemment et depuis longtemps observé. En effet, K. von Chrustschoff (1886) tenait déjà compte de la fréquence de celui-ci pour tenter d'établir une première classification des types de zircons. Les zircons zonés de Dartmoor (A. Brammall, 1928), d'Ecosse (W. Mackie, 1928), et de Ramberg (O. Brotzen, 1952) ont été par la suite utilisés avec succès pour établir des comparaisons.

Dans le cadre d'un *travail d'ensemble entrepris sur les minéraux accessoires du Sud-Est de la France*, nous rapportons ici les premières observations déduites d'un examen minutieux de très nombreux cristaux de zircons concentrés par les méthodes classiques (bromoforme, séparateur isodynamique de Frantz), provenant de deux roches qui se sont montrées particulièrement intéressantes à ce sujet:

— un grès grossier peu consolidé, jaunâtre, légèrement dolomitique du werfénien du Tanneron septentrional (Coord. Lamb.: 151, 20–945, 90);
— la diorite quartzique migmatitique d'Iglière, roche syntectonique rapportée par A. Faure-Muret (1955) à la formation d'Anelle dans le complexe occidental de la Tinée (Massif de l'Argentera-Mercantour; Coord. Lamb.: 221, 00–977, 30). Sa composition est la suivante:

Quartz; oligoclase-andésine$_{30-45}$; biotite; hornblende verte rare.
Apatite; zircon; grenat, sphène; epidotes; opaques.

CARACTÈRES DESCRIPTIFS

I. *L'étude particulière d'un zircon zoné* provenant du grès werfénien nous a conduit aux observations suivantes:

I.1. Le zircon zoné (Pl. 1, a) présente manifestement deux parties distinctes:

— *un cœur* correspondant à un groupement cristallin à axe parallèle limpide, fracturé, à inclusions de minéraux opaques et de petites bulles (vraisemblablement secondaires puisqu'elles sont localisées le long des fractures);
— *le cœur* est recouvert par un *cortex* à structure zonale très nette, non fracturé, limpide et quasiment sans inclusions (excepté un petit cristal). Il s'agit là d'un phénomène de surcroissance classique ("overgrowth" des auteurs anglo-saxons). Ce zircon, qui a incontestablement une „histoire double", appelle quelques remarques.

I.2. Les différences notables existant entre cœur et cortex quant au zonage, à la fracturation, aux inclusions indiquent que les deux parties ont pris naissance dans des conditions d'environnement nettement différentes. Un intervalle de temps plus ou moins important a donc dû s'écouler entre les genèses de ces

deux parties. Il est impossible toutefois de préciser si celles-ci se sont déroulées dans la même roche ou dans deux roches différentes.

I. 3. La fracturation du cœur est antérieure au phénomène de surcroissance: les lignes de fracture s'arrêtent à la limite cœur-cortex. Une observation analogue avait déjà été faite par G. HOPPE (1962). A ce sujet nous pouvons en outre préciser que si les zircons fracturés des concentrés sont le plus souvent déformés, métamictisés et ont leurs fractures remplies de matériel d'altération (P 1, b), on rencontre parfois des zircons fracturés limpides (P 1, c).

I. 4. Le zonage montre une croissance dissymétrique des faces, notamment celles de la forme (111). La petite inclusion annexée par le zircon pendant sa croissance a légèrement freiné le développement de la face correspondante.

I. 5. Le zonage montre enfin qu'au cours de sa croissance le contour du cristal a subi quelques modifications. Ces variations de l'importance relative des faces sont parfois accentuées par un phénomène analogue à celui signalé par D. P. GRIGOR'EV (1965) sur l'adsorption sélective d'une impureté par une face cristalline de brookite (Pl. 3, j).

II. *Plus généralement, sur l'ensemble des zircons* des deux roches prises comme exemple, les faits suivants ont été mis en évidence:

II. 1. Le zonage est un phénomène qui peut affecter le zircon dès le début de sa croissance comme l'indiquent la structure zonée des centres de certains individus (Pl. 3, h, l) ou le zonage fruste de petits zircons inclus dès le début de leur croissance dans d'autres minéraux (Pl. 3, c).

II. 2. La „zone initiale" autour de laquelle le zircon a cristallisé montre des formes très diverses, mais le plus souvent ses contours sont allongés (Pl. 3, f; Pl. 4, a) ou ellipsoïdaux (Pl. 3, g) (sa forme rappelle alors celle des très petits cristaux: Pl. 3, c), ou encore arrondis (Pl. 4, c, d). Un examen attentif montre que ces contours sont parfois soulignés par de très petites inclusions „bulleuses" plus ou moins abondantes, réparties uniformément sur toute la surface de la „zone initiale" (Pl. 3, d; Pl. 4, a, b, h, j, k) ou rassemblées à ses deux extrémités (Pl. 4, e, g). Le zircon Pl. 4, f présente une „zone initiale" à partie supérieure pyramidale mais à extrémité inférieure irrégulière soulignée par ces mêmes petites inclusions „bulleuses".

II. 3. Le zonage montre que la forme générale du zircon est conservée pendant sa croissance (Pl. 1, d; 2, g, h, l; 3, e, f, g). Il existe des exceptions (Pl. 2, j). Dans le détail, l'importance relative des faces subit des variations dont le sens peut s'inverser pendant la croissance (Pl. 1, d; 3, a).

DISCUSSION DE CERTAINS CRITÈRES ÉLÉMENTAIRES

I. Le terme de „*noyau*" a été souvent employé pour désigner des phénomènes bien différents. Il convient d'éviter son usage à propos des inclusions

diverses (Pl. 2, a, b, c, d, e, f; 4, b). Il ne peut être employé généralement avec certitude que lorsqu'un zonage concentrique prouve qu'il a bien servi de „germe" à la croissance du cristal.

II. *La notion de zonage* mérite elle aussi qu'on s'y arrête. Elle peut comprendre tous les degrés entre une seule zone[1]) (dans ce cas, il est difficile de parler de zonage franc) (Pl. 2, l) et de très nombreuses zones (Pl. 1, a; 3, a).

— L'abondance et la nature des inclusions sont variables en fonction des zones. La région la plus interne a souvent englobé des inclusions fort diverses (Pl. 3, d, e, h, i, k; 4, l). Les zones elles-mêmes peuvent être soulignées par des inclusions fines: bulles ou aiguilles (Pl. 4, a, b, e, f, g, h, j).
— Les zones peuvent être très rapprochées et donnent alors l'illusion d'une seule zone très épaisse, ou être très fines et espacées: dans ce dernier cas, si le zircon est limpide et ne comporte pas d'inclusions, *elles peuvent passer inaperçues;* on peut mieux les distinguer parfois en observant le zircon à fort grossissement, l'axe quaternaire étant en position NS: il est vraisemblable que beaucoup de zircons limpides zonés ont échappé à cette qualification, le zonage étant imperceptible lors d'un emploi classique des moyens optiques communs; en effet, si le zonage est plus facile à déceler chez des individus en forme de prismes aplatis, on doit aussi tenir compte de l'existence de zircons limpides trapus ou arrondis, cette morphologie ne favorisant pas l'observation. On peut alors se demander si le fait que le zonage a été le plus souvent décrit dans les zircons les plus colorés et riches en inclusions (des roches potassiques et acides) ne réside pas dans l'évidence qu'il y est plus facilement décelable: il s'agit pour l'instant d'une hypothèse de travail qui peut ouvrir de nouvelles perspectives.

III. Une différence doit également être faite entre les zircons zonés (à „une histoire") et les zircons à „surcroissance" plus ou moins grossièrement zonée et métamicte. Ces derniers ont en effet une „histoire double" et correspondent donc à un zircon à noyau (Pl. 2, m, n, o, p). Si le cortex est en partie fracturé ou détaché on distingue nettement la structure de ces zircons (Pl. 2, m, n, o). On remarquera que des fragments de cortex détachés du noyau qui leur a servi de support pourraient être aisément confondus en première approximation avec des zircons corrodés (Pl. 2, i).

IV. Il est par ailleurs curieux de constater que les zircons à „surcroissances" et les zircons à noyaux, en dépit de leur „histoire double", conservent géné-

---

[1]) Il y a une différence fondamentale entre un zircon à *une zone* et un zircon *à „noyau"*: dans le premier cas, il s'agit d'un zircon qui a effectué sa croissance lors de la cristallisation d'une roche, dans le second d'un zircon ou d'un fragment de zircon repris au cours d'une „deuxième histoire" de cette même roche ou le plus souvent dans une autre roche.

ralement une taille tout à fait comparable à celle des zircons à „une histoire", dont la constance dimensionnelle dans des roches très variées est d'ailleurs remarquable. On peut envisager qu'il s'agit de deux phases dans la genèse d'une même roche, ou qu'avant le recouvrement le zircon a été usé (zircon sédimentaire) ou qu'il a subi une dissolution ou attaque partielle (zircon magmatique par ex.), dont le produit a d'ailleurs pu être réutilisé pour ce recouvrement; l'existence de noyaux automorphes ou subautomorphes contredit cependant cette dernière supposition. L'explication réside peut-être tout simplement dans le fait que ces phénomènes de „surcroissance" ne prennent jamais une grande ampleur et ne modifient, en définitive, que peu les dimensions antérieures des cristaux.

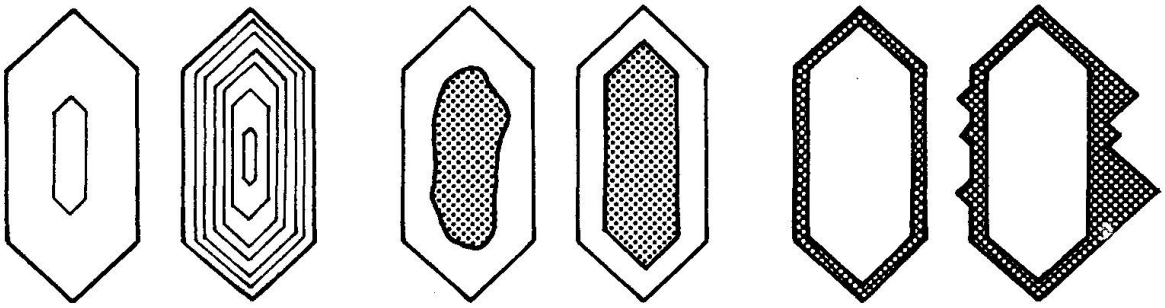
CONCLUSIONS

I. La distinction entre un certain nombre de phénomènes doit être faite; on parlera (fig. 1):

— De *zircon zoné* pour un cristal présentant une ou plusieurs zones dont l'automorphie quasi-générale et la finesse fréquente prouvent qu'aucun événement majeur n'est survenu pendant le laps de temps séparant deux zones voisines (zircon à „une histoire").

— De *zircon à noyau* pour un cristal qui a effectué sa croissance sur un „support résiduel" antérieur, qui est un zircon le plus souvent arrondi ou ovoïde, mais parfois automorphe (zircon à „deux histoires").

— De „*surcroissance*" ("overgrowth") ou d'„*excroissance*" ("outgrowth") pour un phénomène de recouvrement partiel ou total, souvent de faible ampleur, présentant parfois une structure zonée, constituée presque toujours de matière mal cristallisée, et affectant un cristal support indifféremment automorphe, subautomorphe ou arrondi (zircon à „une histoire double" ou à „deux histoires").



1 zone — nombreuses zones

ZIRCONS — ZONES

("1 histoire")

ZIRCONS "A NOYAU"

arrondi ou automorphe

cortex zoné ou non

("2 histoires")

ZIRCONS A SURCROISSANCE

sans ou avec EXCROISSANCES

cortex zoné ou non

("2 histoires" ou "1 histoire double")

II. Il ressort également de ce qui précède que dans toute étude relative à des zircons zonés, il sera nécessaire *de préciser* si le zonage est complet ou partiel, si les zones sont nombreuses ou rares, fines ou grossières, facilement ou difficilement observables et si des inclusions ou des traces de corrosion les soulignent. Ceci montre que sur ce seul caractère, un certain nombre de subdivisions sont nécessaires si l'on veut se livrer à un travail précis, seul susceptible de permettre des déductions sûres.

III. Il convient également de rappeler tout l'intérêt que présente la reconstitution de la genèse d'un cristal si celui-ci doit servir à des déterminations d'âges absolus, quelles que soient les méthodes employées d'ailleurs, les divergences constatées étant souvent attribuables à la présence d'individus bi- ou multigénétiques.

IV. Un certain nombre d'hypothèses ont déjà été formulées au sujet de l'origine du zonage. D'après A. Shubnikov (1914)[2]), il serait dû à des variations rythmiques de température. E. L. Bruce et W. Jewitt (1936) pensent à de minuscules inclusions opaques disposées régulièrement; cette hypothèse ne semble pas devoir être retenue puisque des cristaux zonés sont dépourvus d'inclusions. Hoppe (1951) le croit lié aux inclusions de substances contenant des éléments des terres rares puisqu'il est souvent observable dans les échantillons contenant beaucoup de xénotime et de monazite; cette dernière hypothèse se heurte cependant à l'existence de nombreuses exceptions. L'hypothèse de Shubnikov est probablement celle qui se rapproche le plus de la réalité; Ipateva (1960)[2]) a d'ailleurs montré récemment que le zonage est *plus marqué en bordure des intrusions*, lieu où le régime de température est le moins constant.

En bref, une étude comparée du zonage des zircons provenant de roches magmatiques différentes doit permettre, pensons nous, d'apporter des renseignements probablement importants quant à la cristallisation du zircon lui-même et de la roche hôte. Dans ce sens, il serait très intéressant de déterminer à quel moment de la cristallisation du magma ces zircons zonés ont pris naissance. Si la période de cristallisation du zircon a été relativement *courte et précoce*, comme le suggèrent de nombreux auteurs, le caractère rythmique enregistré au niveau des différentes zones des cristaux doit être un phénomène qui s'est répercuté d'une manière générale au sein du magma: il serait alors opportun de vérifier si, dans une roche magmatique à zircons „bien zonés", des corrélations peuvent être établies entre les différentes zones de différents individus. Par contre si la période de cristallisation du zircon a été *longue* par rapport à celle d'un cristal, si la „substance zirconienne" est irrégulièrement distribuée au sein du magma, ou si le zircon a cristallisé tardivement, le

[2]) Dans Ljakovich V. V. (1963).

caractère rythmique du zonage représente seulement une variation locale et dans ce cas aucune corrélation d'ensemble ne peut être espérée. Ces hypothèses de travail, entre autres, sont actuellement en cours de vérification.

BIBLIOGRAPHIE

BRAMMALL, A. (1928): Dartmoor detritals: a study in provenance. Proc. geologist's Ass. 39/I, pp. 27–48.

BROTZEN, O. (1952): Die zonaren Zirkone des Ramberggranites. Geol. Fören Förhandl. 74/2, pp. 173–184.

BRUCE, E. L., JEWITT, W. (1936): Heavy accessories of certain precambrian intrusives of the Canadian Shield. Geol. Mag. 73/5, pp. 193–213.

FAURE-MURET, A. (1955): Etudes géologiques sur le massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires. Thèse, Paris, Mém. Serv. Carte géol. France.

GRIGOR'EV, D. P. (1965): Ontogeny of minerals. Israel Program for Scientific Translations. Jérusalem.

HOPPE, G. (1951): Die akzessorischen Schwermineralien in Eruptivgesteinen am Beispiel des Ramberggranites und anderer Harzer Gesteine. Geologica, n⁰ 9.

— (1962): Phénomènes morphologiques observés sur des zircons accessoires et qui se prêtent à des interprétations pétrogénétiques. N. Jb. Mineral. Abh., 98/1, pp. 35–50, Trad. SIG. n⁰ 4246.

LJAKOVICH, V. V. (1963): Sur quelques particularités du zircon accessoire des granites. Inst. Mineral. Geokhim. Kristallokhim. redk. Elem. Trudy. S.S.S.R., n⁰ 15, pp. 136 à 151. Trad. SIG. n⁰ 4417.

LJAKOVICH, V. V., IPATEVA, I. S. (1960): Sur les particularités morphologiques du zircon des granites du massif d'Omchikandinsk–Nauchn–Sovbsch–Jakutok. fil. Sibirsk. Oldel. Akad. Nauk S.S.S.R., fasc. 4.

LJAKOVICH, V. V., SHUBNIKOV, A. (1914): Influence des variations de la température exercée sur la formation des cristaux. Z. Krist. 54.

MACKIE, W. (1928): The heavier accessory minerals in the granites of Scotland. Edinburgh geol. Soc., 12, 1, pp. 22–40.

VON CHRUSTSCHOFF, K. (1886): Beitrag zur Kenntnis der Zirkone in Gesteinen. Tschermak's min. petr. Mitt. 7, pp. 423–441.

Manuscrit reçu le 19 juin 1970.

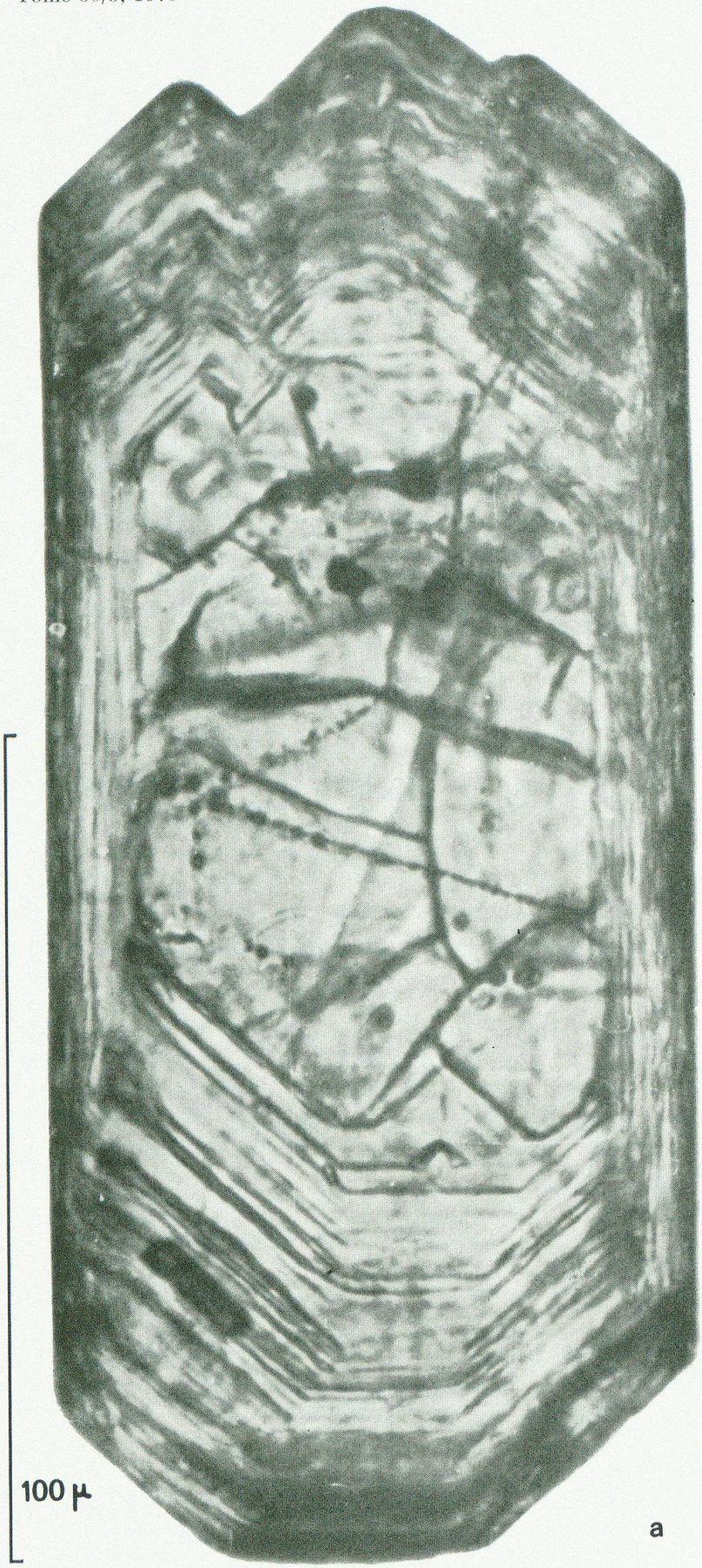
LEGENDE DES PLANCHES 1–4

Planche 1:	a.	Zircon à cœur fracturé et cortex zoné.
	b, c.	Zircons fracturés.
	d.	Zircon montrant un stade génétique net.
		a, b, c. Grès werfénien. d. Diorite migmatitique quartzique.
Planche 2:	a à f.	Zircons à inclusions centrales diverses.
	g, h, j, l.	Zircons présentant une „zone initiale" nette automorphe.
	k, l.	Zircons à petites inclusions automorphes (cristaux négatifs?).
	m à p.	Zircons à „surcroissances" classiques.
		a, b, c, f, g, h, j, m, n, o, p. Grès werfénien. d. Migmatite des Adùs (Argentera). e, l. Diorite migmatitique quartzique.
Planche 3:	a, b, g.	Zircons fortement zonés.
	c.	Petit cristal grossièrement zoné, inclus dans une muscovite.
	d, h, k, l.	Cœurs zonés de zircons contenant des inclusions diverses.
	e, f.	Zircons à une „zone initiale" nette automorphe.
	i.	Zircon à inclusion arrondie centrale.
	j.	Zircon à phénomène de sablier inverse.
		a, b, c, e, f, g, h, i, j. Grès werfénien. d, k, l. Diorite migmatitique quartzique.
Planche 4:	a à h, j à l.	Zircons dont la „zone initiale" est plus ou moins soulignée par des inclusions variées: „bulles", aiguilles, matériel vitreux.
	i.	Zircon à zones nombreuses et très fines.
		a, b, c, d, f à l. Diorite migmatitique quartzique. e. Mylonite de Fenestre (Argentera).

N.B.: L'échelle portée sur chaque cliché correspond à 100 μ, sauf exception indiquée.

Bull. Suisse de Min. et Pétr.
Tome 50/3, 1970

J. P. PUPIN et G. TURCO: Observations nouvelles sur les nuclei et le zonage des cristaux de zircon



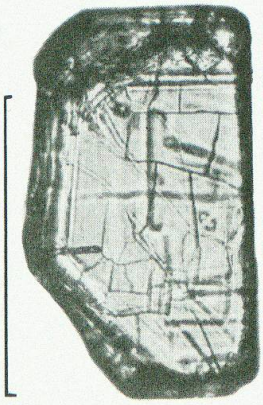


PLANCHE 2

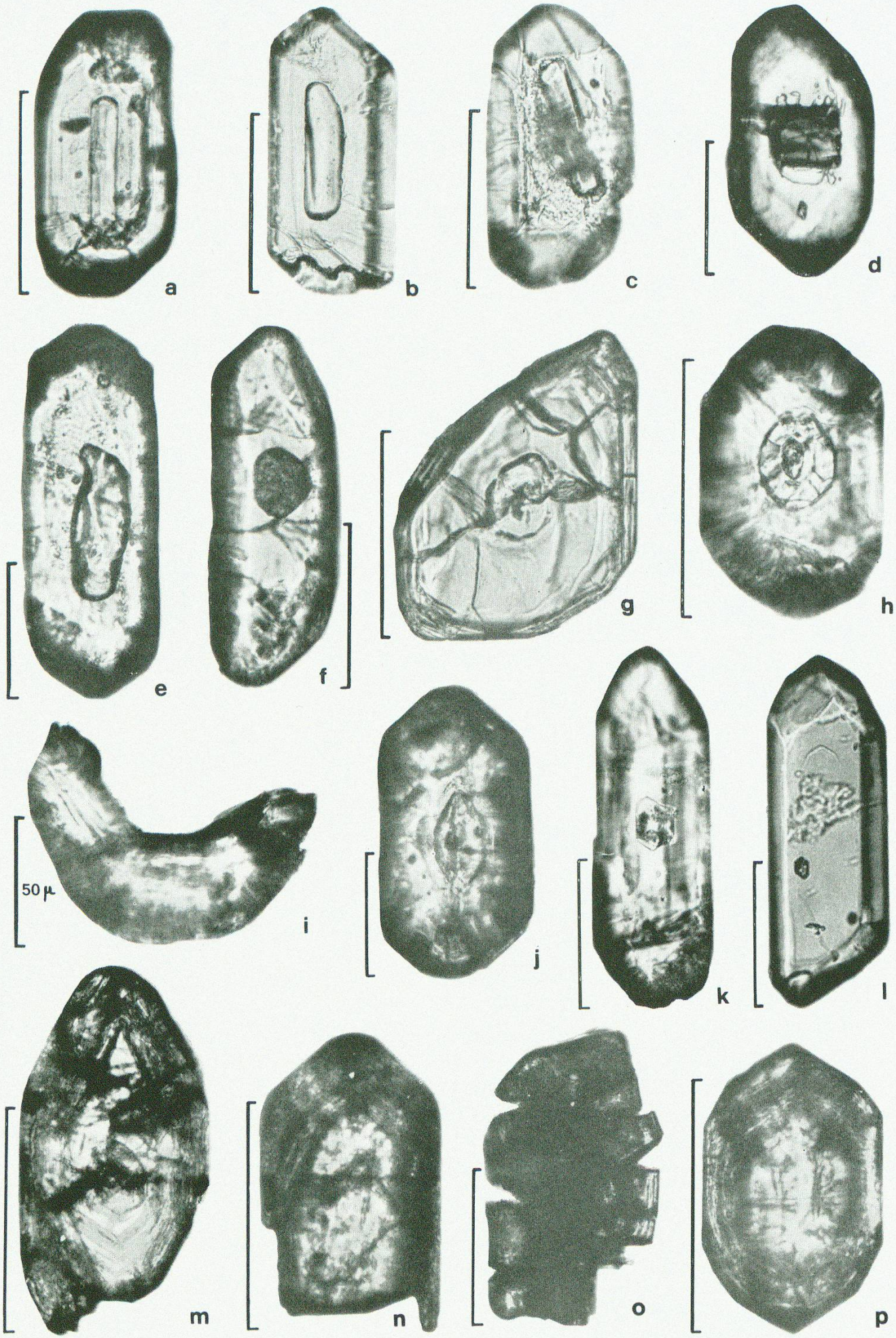
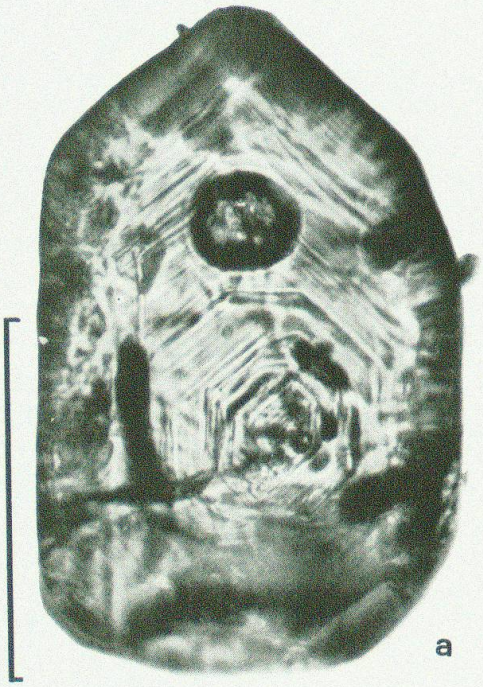
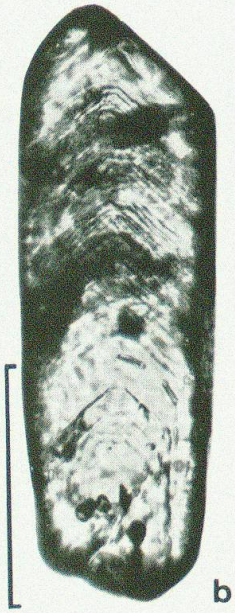
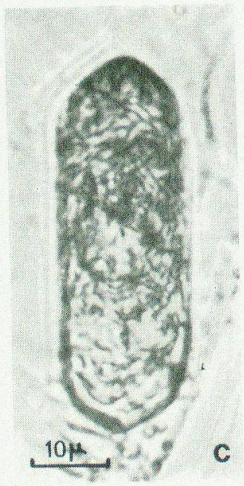
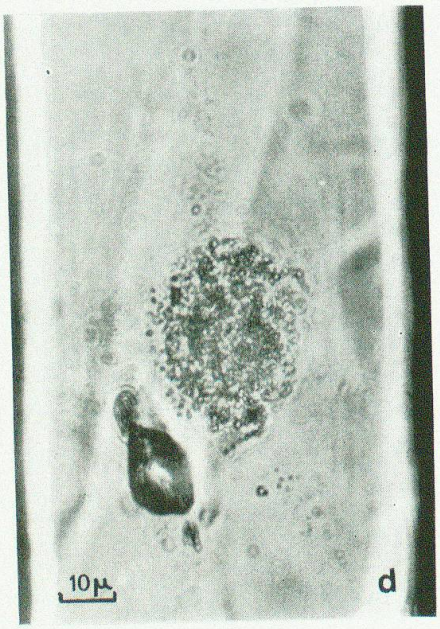


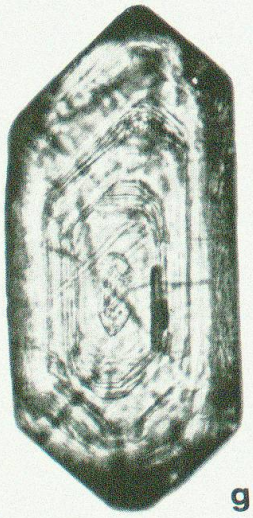
PLANCHE 3

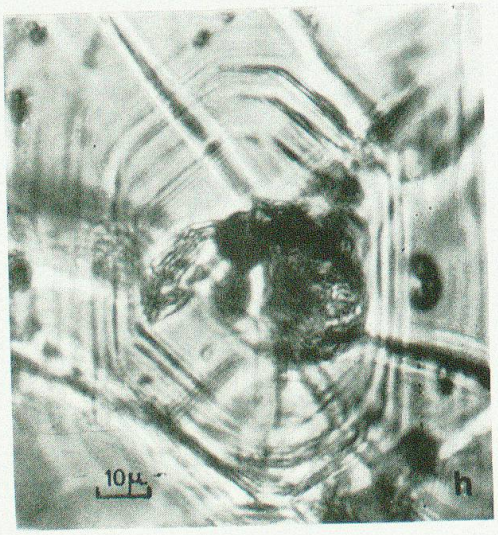


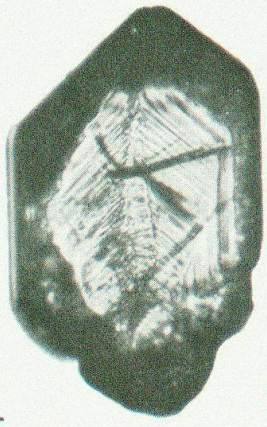












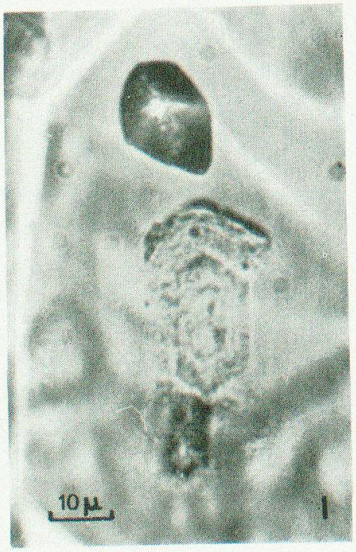
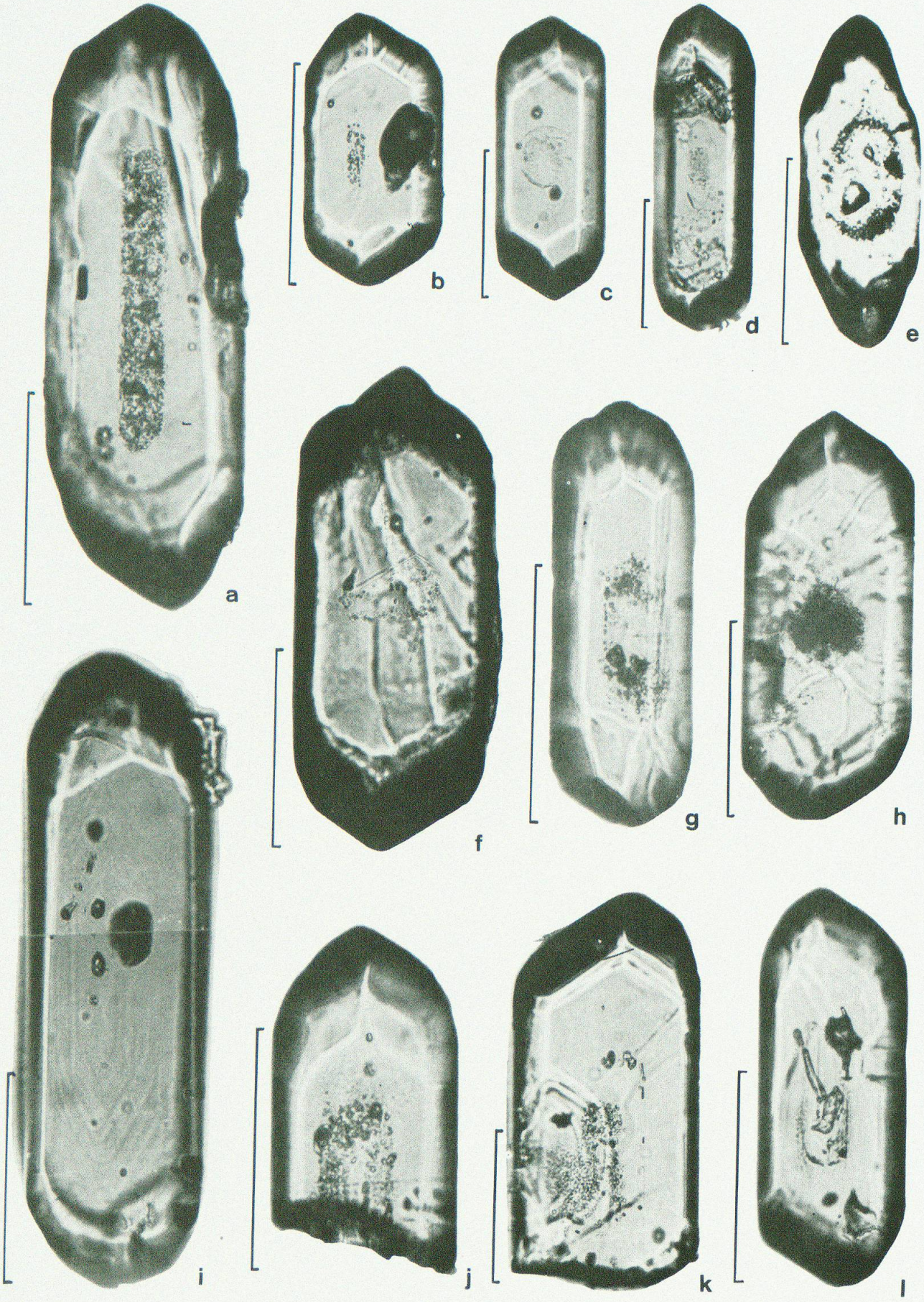



PLANCHE 4