

PRESENTATION D'UN DIAGRAMME PERMETTANT DE DETERMINER LES TAUX DE PERTES EPISODIQUES OU CONTINUES SUBIES PAR UN SYSTEME RADIOGENIQUE. APPLICATION AUX ZIRCONS

par J. LAVREAU (*)

RESUME. - On présente une formulation et un diagramme pour décrire une perte radiogénique relative continue entrecoupée d'une ou deux pertes relatives épisodiques affectant un système radioactif. Dans le cas du système U-Pb, le taux de ces pertes peut être estimé en fonction des données chronologiques.

ABSTRACT. - A mathematical derivation and a diagram are presented to describe a relative continuous radiogenic loss combined with one or two relative episodic losses of daughter-elements. In the case of a U-Pb system, the rate of losses can be determined with respect to given chronological data.

On sait qu'un zircon (ou tout autre matériaux) peut subir après sa cristallisation des pertes relatives de composant radiogénique (voire de gains relatifs de composants radio-actifs) au cours d'épisodes thermométamorphiques déterminés (pertes épisodiques) ou au cours d'un processus continu (perte continue). La présente note a pour but d'établir une formulation mathématique simple tenant compte de cette situation et permettant également de quantifier les pertes subies.

On a, pour un système U-Pb (en particulier un zircon), ayant cristallisé au temps t_0 , et ayant subi ultérieurement des pertes épisodiques en t_1 et t_2 (1) de taux $(1-R_1)$ et $(1-R_2)$:

$$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{235}\text{U}} = R_1 (\exp \lambda t_0 - \exp \lambda t_1) + R_2 (\exp \lambda t_1 - \exp \lambda t_2) + \exp \lambda t_2 - 1$$

$$\frac{^{206}\text{Pb}^*}{^{238}\text{U}} = R_1 (\exp \lambda' t_0 - \exp \lambda' t_1) + R_2 (\exp \lambda' t_1 - \exp \lambda' t_2) + \exp \lambda' t_2 - 1$$

(*) Département de Géologie et de Minéralogie,
Musée royal de l'Afrique centrale, B-1980 Tervuren.

(1) Il peut paraître gratuit d'admettre d'emblée l'existence de 2 pertes épisodiques. En fait, comme on le verra plus loin, envisager plus de 2 pertes empêcherait de traiter le problème comme une fonction à 2 variables tandis qu'un nombre de pertes moins élevé apparaîtrait en tout état de cause sous forme de taux nuls correspondant à ces épisodes.

R₁ et R₂ sont donc exprimés en proportion de la quantité actuelle du composant radio-actif. On considère en outre qu'il n'y a pas de fractionnement isotopique lors de la perte et que les taux de perte (mais non les pertes absolues) sont dès lors les mêmes pour les deux couples radiogéniques.

Dans un diagramme Concordia, la composition isotopique d'une famille de zircons de même âge sera représentée par des points compris dans le triangle de sommet t₀, t₁ et t₂ (ils seront alignés dans ce triangle dans le cas de pertes de taux identique succédant ou précédant une perte de taux variable).

Utilisant la formulation de Hart & Brooks (1970) pour des systèmes géologiques subissant une variation continue de la teneur en composant radioactif ou radiogénique selon un taux (= coefficient de transport) ϕ proportionnel à la teneur instantanée en composant radio-actif, on peut écrire, en considérant que ce coefficient est le même pour les deux couples radio-actifs :

$$\frac{{}^{207}\text{Pb}^*}{{}^{235}\text{U}} = \frac{\lambda}{\lambda - \phi} \exp(\lambda - \phi)t_0 - 1$$

$$\frac{{}^{206}\text{Pb}^*}{{}^{238}\text{U}} = \frac{\lambda'}{\lambda' - \phi} \exp(\lambda' - \phi)t_0 - 1$$

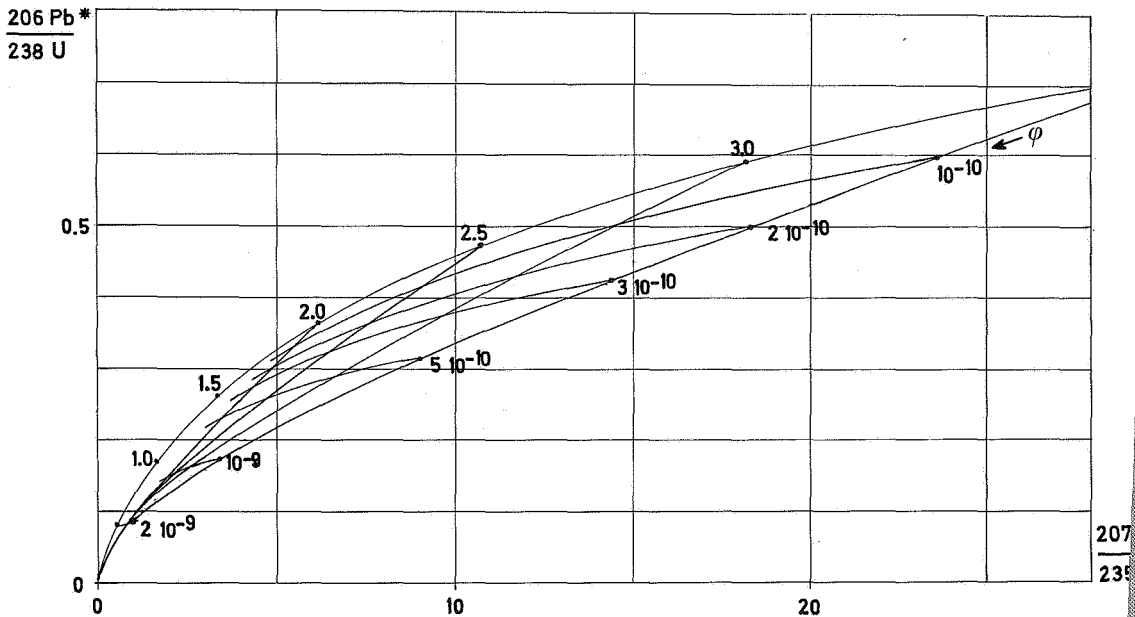


Fig. 1 - Diagramme Concordia. Les courbes "Concordia" sont figurées pour diverses valeurs de ϕ (taux de perte continue); elles correspondent à des matériaux d'âge divers affectés d'une perte de même taux. Les autres courbes sont des isochrones groupant des matériaux de même âge affectés de pertes de taux variables.

Dans un diagramme Concordia, des zircons de même âge, affectés d'un taux de perte continue variable se placeront sur une courbe (isochrone) joignant t_0 à l'origine, tandis que des zircons d'âge différent affectés d'une perte de taux identique se placeront sur une courbe de même type que Concordia, cette dernière constituant un cas particulier de $\phi = 0$ (fig. 1)

Combinant les deux mécanismes de perte il vient :

$$\alpha = \frac{207\text{Pb}^*}{235\text{U}} = \frac{\lambda}{\lambda - \phi} \{ \exp(\lambda - \phi)t_2 - 1 + R_2(\exp(\lambda - \phi)t_1 - \exp(\lambda - \phi)t_2) + R_1(\exp(\lambda - \phi)t_0 - \exp(\lambda - \phi)t_1) \}$$

et une expression similaire pour $\frac{206\text{Pb}^*}{238\text{U}}$

Mettant R_2 en évidence, il vient :

$$R_2 = \frac{\alpha \frac{\lambda - \phi}{\lambda} + 1 - \exp(\lambda - \phi)t_2}{\exp(\lambda - \phi)t_1 - \exp(\lambda - \phi)t_2} - R_1 \frac{\exp(\lambda - \phi)t_0 - \exp(\lambda - \phi)t_1}{\exp(\lambda - \phi)t_1 - \exp(\lambda - \phi)t_2}$$

et une expression similaire pour le 2e couple radio-actif. Ces équations correspondent à 2 systèmes de droites dont le coefficient angulaire est déterminé par les valeurs relatives de t_0 , t_1 , t_2 et ϕ .

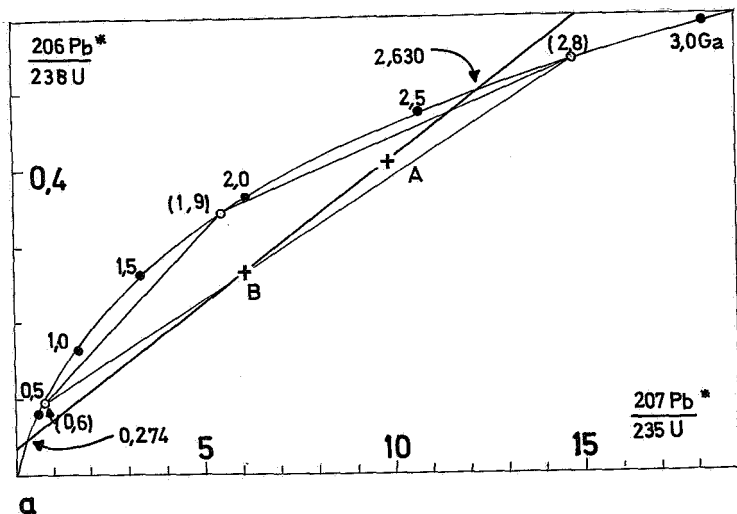


Fig. 2 - a. Diagramme Concordia. La composition isotopique des zircons A et B, provenant du Massif granitoïde du Haut-Zaïre, suggère un âge de cristallisation de 2630 Ma ainsi qu'une perte épisodique de 274 Ma. D'autres données isotopiques indiquant un âge de cristallisation de 2,8 Ga pour les roches hôtes, on a appliqué à ces minéraux le mécanisme de perte présenté dans cette note en choisissant pour t_1 et t_2 les âges d'événements thermométamorphiques importants dans la région (soit 1,9 et 0,6 Ga). Les points A et B étant situés dans le triangle ($t_0 + 2,8$, $t_1 = 1,9$ et $t_2 = 0,6$) on sait déjà qu'un mécanisme faisant appel à des pertes épisodiques simples pourra être appliqué. Le taux de celle-ci peut être estimé à l'aide du graphique 2 - b.

Les deux couples radiogéniques étant liés par les mêmes valeurs de t , on peut résoudre ces équations pour un triplet de valeurs R_1 , R_2 et Φ correspondant à un point (pour une valeur déterminée de Φ) dans un diagramme R_2 vs R_1 .

Ce procédé permet, en particulier grâce à son expression graphique (diagramme R_2 vs R_1) de tester la vraisemblance du triplet de valeurs t_0 , t_1 et t_2 (pour R_1 et $R_2 \neq 1$) ou des couples t_0 , t_1 (si $R_2 = 1$) et t_0 , t_2 (si $R_1 = 1$). La fig. 2 montre une application de ce procédé à des zircons provenant du Massif granitoïde du Haut-Zaïre (LAVREAU et LEDENT, 1975).

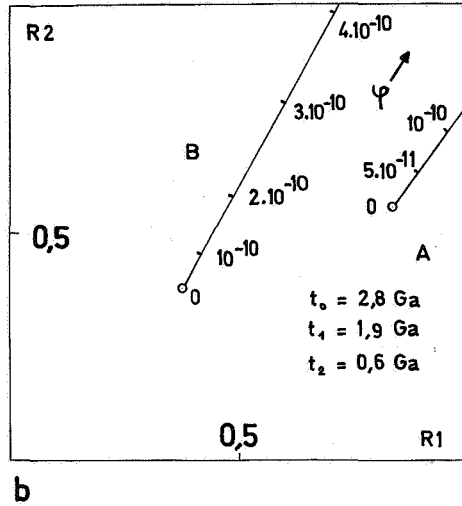


Fig. 2 - b. Diagramme R_2 vs R_1 . Compte tenu des paramètres chronologiques, on voit que la composition isotopique des zircons A et B peut être expliquée par deux pertes épisodiques de taux $(1-R)$ respectifs 0,16 et 0,62 en t_1 et de taux 0,44 et 0,62 en t_2 . D'autres valeurs de taux de perte épisodique peuvent par ailleurs être estimées en fonction d'un taux de perte continue non nul.

BIBLIOGRAPHIE.

- HART, S. R. et BROOKS, C. (1970) - Sr. Rb Mantle Evolution Model. *Carnegie Institution, A. R. Dep. Terr. Magn.*, 1968, p. 426-429.
- LAVREAU, J. et LEDENT, D. (1975) - Etablissement du cadre géochronologique du Kibalien. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, T. 98, pp. 197-212.

Manuscrit déposé le 5 décembre 1981.

Bulletins

Bulletins

un tome annuel en fascicules trimestriels een jaarlijkse volume in vier delen

Série complète à partir du tome LXII (1953) jusqu'au tome 84 (1975) soit 23 tomes, plus Tables LI (1942) à LXXI (1962) 15.000 F

Mémoires

pièce : 300 F Verhandelingen

stuk : 300 F

paraissant occasionnellement (hors échange) verschijnen onregelmatig (buiten ruil)

in-4°

1. BOMMER, Ch., 1903. Les causes d'erreur dans l'étude des empreintes végétales (31 p., 10pl.).
2. PRINZ, W., 1908. Les cristallisations des grottes de Belgique. (90 p., 143 fig.).
3. SALEE, A., 1910. Contribution à l'étude des polypiers du Calcaire Carbonifère de la Belgique. Le genre *Caninia*. (62 p., 9 pl.).
4. STÜBEL, A., 1911. Sur la diversité génétique des montagnes éruptives. (70 p., 53 fig.).
5. ROBERT, M., 1931 épuisé (voir série suivante n° 2).

in-4°, 2e série : Nouveaux Mémoires

1. CAMERMAN, C., et ROLLAND, P., 1944. La pierre de Tournai. (125 p., 4 dépliants, 5 pl.).
2. ROBERT, M., 1949. Carte géologique du Katanga méridional, avec notice topographique de J. VAN DER STRAETEN et notice géologique de M. Robert. (32 p., 1 carte polychrome au 1/1.000.000e).
3. LEPERSONNE, J., et WERY, A., 1949. L'oeuvre africaine de Raymond De Dycker. (131 p., 1 dépliant).
4. STEVENS, Ch., 1952. Une carte géomorphologique de la Basse- et de la Moyenne-Belgique. (24 p., 8 fig., 1 carte polychrome).
5. DELCOURT, A., et SPRUMONT, G., 1955. Les spores et grains de pollen de Wealdien du Hainaut. (73 p., 4 pl., 14 fig.).

in-8°

1. DELECOURT, J., 1946. Géochimie des bassins clos, des océans et des gîtes salifères. Mers et lacs contemporains. (177 p., 3 fig.).
2. LOMBARD, A., 1951. Un profil à travers les Alpes, de Bâle à Chiasso. (50 p., 16 fig. 2 dépliants). épuisé
3. ROBERT, M., 1951. Les cadres de la géologie du Katanga. (45 p., 1 fig., 1 dépliant)
4. CAHEN, L., et LEPERSONNE, J., 1952. Equivalence entre le système du Kalahari du Congo belge et les Kalahari Beds d'Afrique australe. (64 p., 8 fig.).
5. MARLIERE, R., 1958. Ostracodes du Montien de Mons et résultats de leur étude (53 p., 6 pl., 3 fig.).
6. Symposium sur la stratigraphie du Néogène nordique. Gand, 1961. (248 p., 13 pl.) 500 F
7. BORDET, P., MARINELLI, G., MITTEMPERGER, M. et TAZIEFF, H., 1963. Contribution à l'étude volcanologique du Katmaï et de la Vallée des Dix Mille Fumées (Alaska). (114 p., 22 pl.). 500 F
8. van BEMMELEN, R.W., 1964. Phénomènes géodynamiques. I : A l'échelle du Globe (géonomie). II : A l'échelle de l'écorce terrestre (géotectonique). III : A l'échelle de l'orogénèse alpine (tectonique). (127 p., 38 fig.). 500 F
9. MAMET, B., MIKHAILOFF, N. et MORTELMANS, G., 1970. La stratigraphie du Tournaisien et du Viséen inférieur de Landelies. Comparaison avec les coupes du Tournaisien et du Bord Nord du Synclinal de Namur. (81 p., 6 fig.). 300 F

SOCIETE BELGE DE GEOLOGIE
rue Jenner, 13
B-1040 BRUXELLES

BELGISCHE VERENIGING VOOR GEOLOGIE
Jennerstraat, 13
B-1040 BRUSSEL

Publications

Publikaties

Bulletins :

Bulletins :

- par tome : abonnement annuel 1.000 F - per volume : jaarl. abt. 1.000 F
- par tiré-à-part . . . (suivant article) - per overdruk . . (volgens artikel)

Mémoires : in-8° ou in-4°, paraissent occasionnellement (liste au verso).

Verhandelingen : in-8° of in-4°, verschijnen occasioneel (lijst op keerzijde).

Publications hors-série : patronnées par la Société.

Buitengewone Publikaties : gepatroneerd door de Vereniging.

LANCASTER, A., 1888. La pluie en Belgique - Premier fascicule (seul paru). 224 p. et une carte au 1/400.000 de la répartition annuelle des pluies 300 F

La Géologie des terrains récents dans l'Ouest de l'Europe. 1947 (Session extraordinaire des Sociétés belges de Géologie, en septembre 1946). 495 p., 97 fig., 12 pl., 2 tabl. 800 F

BOUCKAERT, J., 1961. Les Goniatites du Carbonifère belge (Documents pour l'Etude de la Paléontologie du Terrain Houiller). 10 p., 29 pl. 300 F

BEUGNIES, A., 1968. Livret guide des excursions dans le Massif Cambrien de Rocroi, de Fêpin à Bogny suivant la vallée de la Meuse. 38 p., 1 pl. 50 F

MARLIERE, R., 1969. Introduction à quelques excursions géologiques dans le Bassin de Mons. 10 p., 1 pl. 50 F

Tables générales de matières :

Inhoudstafels :

Tome I (1887) à XX (1906) 300 F	Volume I (1887) tot XX (1906) 300 F
Tome XXI (1907) à L (1940-1941) 300 F	Volume XXI (1907) tot L (1940-1941) 300 F
Tome LI (1942) à LXXI (1962) 500 F	Volume LI (1942) tot LXXI (1962) 500 F

Les commandes doivent être adressées au Secrétariat. Le paiement anticipatif est obligatoire et se fera par versement ou virement au C.C.P. 000-0145219-10 de la Société belge de Géologie, B-1040. Bruxelles. Une remise de 25% est accordée aux libraires et aux membres.

De bestellingen worden aan het Secretariaat gericht. Verplichtend voorafgaandelijk te betalen door storting of overschrijving op P.C.R. 000-014219-10 van de Belgische Vereniging voor Geologie, B-1040. Brussel. Boekhandels en leden genieten 25% afslag.

Bulletin de la Société belge de Géologie

Périodique trimestriel

Tome 90 - Fascicule 4 - 1981

Edité en mars 1982

GEOLOGIE

Verschenen in maart 1982

Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie

Driemaandelijks tijdschrift

Volume 90 - Deel 4 - 1981

BULLETIN DE LA
SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE
Tome 90 - fasc. 4 - 1981

BULLETIN VAN DE
BELGISCHE VERENIGING VOOR GÉOLOGIE
Volume 90 - deel 4 - 1981

Publié sous la Haut Patronage
de S. M. le Roi

Publicatie onder de Hoge Bescherming
van Z. M. de Koning

Publié avec l'aide financière
du Ministère de l'Éducation
nationale et de la Culture
française et du Ministère
van Nationale Opvoeding en
Nederlandse Cultuur.

Gepubliceerd met de financiële hulp
van het Ministerie van Nationale
Opvoeding en Nederlandse Cultuur
en het
Ministère de l'Éducation nationale
et de la Culture française.

Editeur responsable

Eric GROESSENS

Verantwoordelijke uitgever

SECRETARIAT - rue Jenner 13
B-1040 Bruxelles

SECRETARIAAT - Jennerstraat 13
B-1040 Brussel

TABLE DES AUTEURS - INHOUD

FASCICULE 4

DEEL 4
pages/blz.

BAETEMAN, C. - An alternative classification and profile type map applied to the Holocene deposits of the Belgian coastal plain	257
BARTHOLOME, E. - Extraction des pollens en faible teneur dans les sédiments argileux	281
TERMIER, H., TERMIER, G., TSIEN, H. H. - Spongiaires des calcaires récifaux du Frasnien de l'Ardenne	287
DANDOIS, Ph. - Diagenèse et métamorphisme des domaines calédonien et hercynien de la vallée de la Meuse entre Charleville-Mézières et Namur (Ardennes Franco-Belges)	299
PASTEELS, P. and KEPPENS, E. - Re-Examination of some Rb-Sr and K-Ar age determination of cretaceous and tertiary deposits in Belgium and the adjacent countries	319
STEMMANS, Ph. - L'âge du poudingue de Fépin (base du Gedinnien) à Lahonry (Belgique).	331
VANDENBERGHE, J. - Geomorphological and paleohydrographical research based on geoelectrical prospecting (South Campine, Belgium)	341
COMPTE RENDUS	357

le pétrole vert



une réalité pour Solvay

Pendant combien d'années disposerons-nous de pétrole en quantités suffisantes? Cette question est d'actualité. Et pourtant SOLVAY n'a pas attendu la crise de l'énergie. Depuis 14 ans déjà, ses chercheurs ont mis au point un procédé permettant de fabriquer ses matières plastiques au départ de canne à sucre au lieu de dérivés du pétrole. Au Brésil, ELETRO CLORO, filiale de SOLVAY, produit ainsi 11.000 tonnes/an d'éthylène qu'elle transforme en polyéthylène haute densité ELTEX, ou en polychlorure de vinyle (PVC). Tirer le meilleur parti des ressources que nous offre la nature, les transformer pour les adapter aux besoins d'un monde en évolution constante, n'est-ce pas le rôle de la chimie?

C'est pourquoi les 2.000 chercheurs de SOLVAY consacrent tant d'efforts à la mise au point des produits et procédés nouveaux qui, demain, contribueront à l'amélioration de la qualité de la vie.

SOLVAY & Cie - Rue du Prince Albert 33 - 1050 Bruxelles



Solvay construit l'avenir