

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA



CBPF

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

Notas de Física

CBPF-NF-038/87

LES METHODES DE DATATION ABSOLUE DU PLIO-QUATERNAIRE
PAR "DOMMAGES D'IRRADIATION": TRACES DE FISSION,
THERMOLUMINESCENCE, RESONANCE PARAMAGNETIQUE
ELECTRONIQUE

par

G. Poupeau

Les radiations ionisantes naturelles (d'origine fissiogénique, radiogénique ou cosmogénique) peuvent induire dans les minéraux des défauts dont la stabilité, dans les conditions régnant à la surface de la terre, est suffisante pour qu'une utilisation en géochronologie soit possible. Les minéraux des roches et les bio-minéraux des fossiles se conduisent donc, dans certaines conditions, comme des dosimètres qui accumulent l'effet de ces irradiations. Ces effets concernent soit des déplacements ioniques provoqués par la fission spontanée de l'uranium 238 et la radioactivité α ; soit des ionisations, avec production d'électrons libres dont une faible fraction, au lieu de retourner quasi-immédiatement sur les atomes originaux, est durablement piégée par des imperfections cristallines (lacunes, impuretés chimiques, etc...). Dans le premier cas, les défauts accumulés sont des Traces de Fission ; dans le second, on peut mesurer les électrons piégés par Thermoluminescence ou par Résonance Paramagnétique Electronique.

DATATIONS PAR TRACES DE FISSION (TF)

Proposée en 1963, la méthode des TF a rapidement été appliquée à la datation du Quaternaire, très essentiellement en ce qui concerne les roches volcaniques (Poupeau, 1979). La méthode des TF s'applique soit aux roches vitreuses (obsidiennes, croûte vitreuse des pillow-lavas basaltiques), soit aux tephres où les phases utilisables sont le sphène, l'apatite et surtout le zircon, ainsi que les esquilles de verre qui constituent l'essentiel de ces roches (tableau 1). La technique des âges-plateaux isothermes permet l'utilisation de ces dernières lorsque la stabilité des TF est notablement altérée par hydratation (Poupeau 1982). Des tentatives d'utilisation de la calcite, notamment dans des contextes intéressant la datation des Hominidés, se sont révélés infructueux en raison de la très faible stabilité des TF dans ce minéral.

En archéologie, les TF sont employées comme l'un des moyens de caractérisation des obsidiennes, voire de datation d'activité anthropique sur des artefacts d'obsidienne brûlés (Wagner, 1978).

DATATIONS PAR THERMOLUMINESCENCE (TL)

Proposée en 1953, la géochronologie par TL a été peu à peu élaborée au cours des années 1965-1970. Dans la décade suivante, les datations par TL ont été presque exclusivement limitées aux céramiques archéologiques, et par extension, aux presses et sols brûlés des foyers préhistoriques. Depuis 1980 environ, le domaine de la datation par TL s'est ouvert aux géosciences avec comme applications typiques (Aitken, 1985) :

- . Les roches volcaniques, à partir de sols "brûlés" sous les coulées de lave, ou de minéraux des laves et des tephras eux-mêmes : quartz, feldspath (Gillot et al., 1979). Diverses tentatives suggèrent que les roches volcaniques vitreuses pourraient aussi être datables par TL.

- . Les sédiments éoliens, à partir de l'observation selon laquelle la lumière solaire est capable d'éliminer la presque totalité de la TL "géologique" d'un échantillon, en quelques minutes (feldspaths) à quelques heures (quartz) d'exposition. Sont ainsi rendus datables de nombreuses formations d'âge Holocène à Pléistocène : sables de paléoplagés et de paléodunes aujourd'hui fixées, dépôts éoliens de type loess (Poupeau et al., 1985).

- . Les carbonates, continentaux (speleothems, encroûtements divers, stromatolithes, etc...) à marins (coquilles, coraux, tests de foraminifères).

DATATIONS PAR RESONANCE PARAMAGNETIQUE ELECTRONIQUE (RPE)

Suggérée dès 1967, la datation par RPE n'est devenue progressivement opérationnelle qu'à partir de 1975 et concerne aujourd'hui divers types de matériaux (Poupeau et Rossi, 1985, Bouchez et al., 1987). Pour le Plio-Quaternaire, on peut relever :

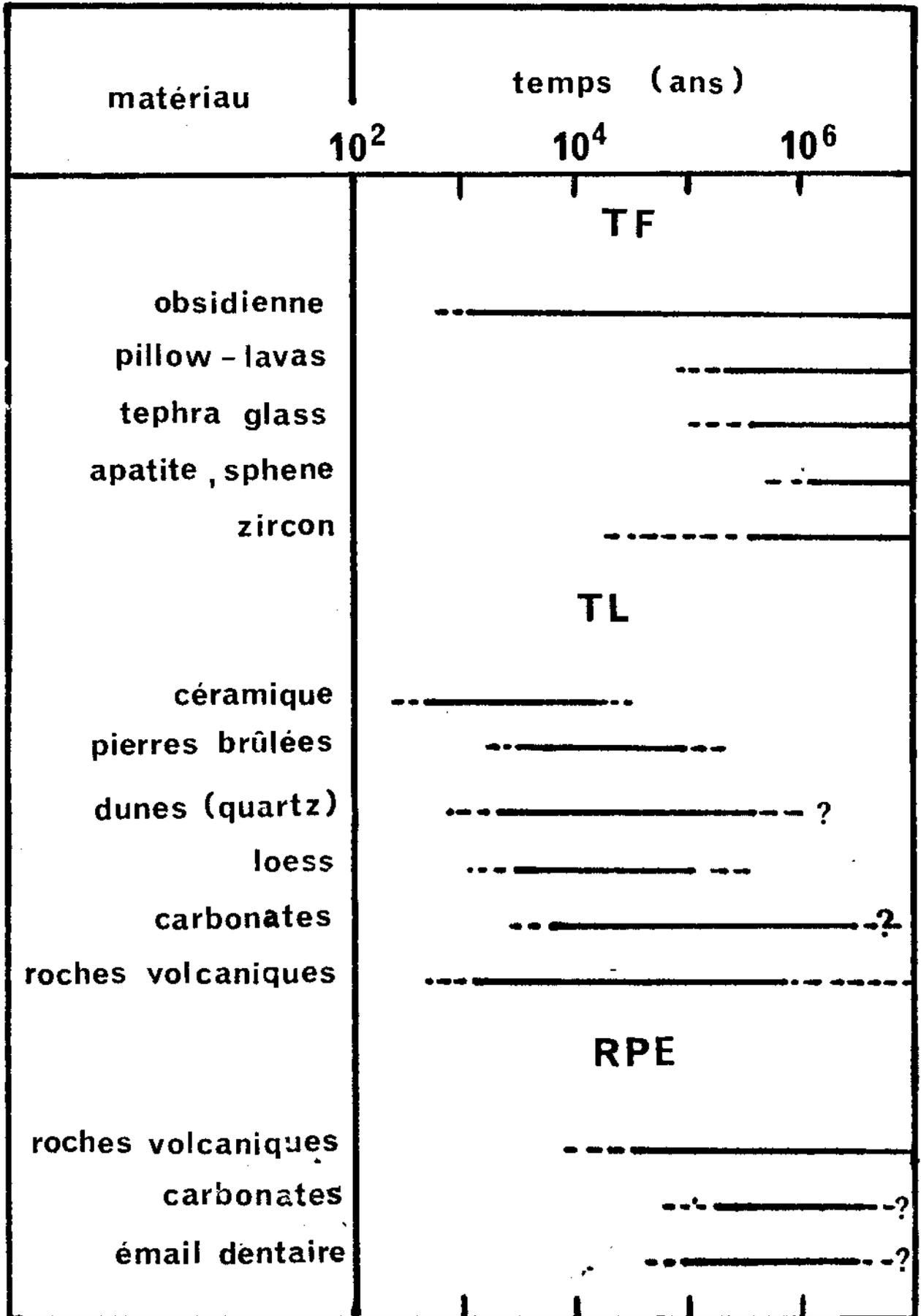
- . Les carbonates où la RPE offre une alternative à la TL lorsque la lecture de celle-ci est "parasitée" par triboluminescence (Poupeau et al., 1984). Applications actuellement centrées majoritairement sur les spéléothems, les coraux et les coquilles fossiles.

. Les roches volcaniques, pour lesquels différents centres électroniques peuvent être utilisés : centre E', OHC, ou Ge du quartz, centre Al pour le quartz, le feldspath plagioclase ou les verres volcaniques.

. Les bio-apatites de l'émail dentaire des vertébrés. L'apparition post-mortem de centres électroniques dans l'émail dentaire des vertébrés fossiles (Bouchez et al., 1986) a permis à R. Bouchez de proposer en 1982 une méthode originale de datation par RPE. Selon nos estimations actuelles, la méthode serait applicable dans le domaine compris entre 10^5 ans et 3×10^6 ans (Amossé et al., 1987). Du côté des âges récents, il semblerait possible de descendre jusque vers 20000 ans. Le groupe de Grenoble cherche actuellement à définir l'extension temporelle maximale de cette méthode, en particulier du côté des âges $> 3 \times 10^6$ ans.

Tableau 1

Domaines d'âges typiquement couvert par les datations TF, TL et RPE entre l'actuel et 10^7 ans.



REFERENCES

- AITKEN M.J. (1985).- Thermoluminescence dating, Academic Press, 358 p.
- BOUCHEZ R., MA J.L., BRUANDET J.-F. et PIBOULE M. (1987).-La datation par Résonance Paramagnétique Electronique, in Géologie de la Préhistoire, Ed., J.C. Miskovsky, GéoPré, Paris, 1111-1122.
- BOUCHEZ R., BRUANDET J.F., MA J.L., PIBOULE M., AMOSSE J., POUPEAU G., NICKEL B., JEUNET A. et REY P. (1986).- Caractérisation et datation d'émail dentaire de vertébrés fossiles par des méthodes radionucléaires. Proc. VII th. intern. Symp. on Dental Morphology, sous presse.
- AMOSSE J., BOISAUBERT J.-L., BOUCHEZ R., BRUANDET J.-F., CHAVAILLON J., FAURE M., GUERIN C., JEUNET A., MA J.-L., NICKEL B., PIBOULE M., POUPEAU G., REY P. et SAID AHMED WARZAMA (1987).- Le site de dépeçage Pléistocène ancien à Elephas recki de Barogali (République de Djibouti) : chronologies relatives et datation par RPE et spectrométrie T d'émail dentaire. Revue de l'INQUA, sous presse.
- GILLOT P.Y., LABEYRIE J., LAJ C., VALLADAS G., GUERIN G., POUPEAU G. et DELIBRIAS G. (1979).- Age of the Laschamp paleomagnetic excursion revisited. Earth Planet Sci.Letters, 42, 444-450.
- POUPEAU G. (1979).- Les datations par traces de fission de l'uranium. principes et applications aux problèmes du Quaternaire. Bull. Assoc.Fr. Etude du Quat., n° 1-2, 15-26.
- POUPEAU G. (1982).- Precision, Accuracy and Meaning of Fission-Track ages in Nuclear Tracks, Ed. J.N. Groswami, Indian Academy of Sciences, Bangalore, 67-100.
- POUPEAU G. et ROSSI A. (1985).- Datations par résonance de spin électronique (RSE). In Méthodes de datation par les phénomènes nucléaires naturels, Applications. Eds.E. Roth et B. Poty, Masson, Paris, 291-308.
- POUPEAU G., TELES M., ROSSI A., ZULETA et YOKOYAMA Y. (1984).- ESR and TL studies of stalagmitic floors of the Caune de l'Arago at Tautavel (France). In Proc. Colloque Int. CNRS, Paris, "Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire : La Caune de l'Arago, Tautavel "Juin 81", preprint 45 p., sous presse.

- POUPEAU G., SOUZA J.M. et RIVERA A. (1985).- Thermoluminescence dating of Pleistocène sédiments. A review and some preliminary results on sand formations from Brazil. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, 3, 9-42.
- WAGNER G.A. (1978).- Archaeological applications of fission-track dating. Nuclear Tracks, 2, 51-64.