

UTILISATION DES COSMONUCLÉIDES PRODUITS *IN SITU* (^{10}Be ET ^{26}Al) POUR L'ÉTUDE DE LA FORMATION DES SOLS EN MILIEU INTERTROPICAL.

D.L. Boulès¹, E.T. Brown¹, F. Colin², J.P. Müller³, G.M. Raisbeck¹ et F. Yiou¹.

¹ : Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse, IN2P3-CNRS, Bât. 108, 91405 Orsay Campus.

² : ORSTOM, UM GECO, Lab. de Géosciences de l'Environnement, Univ. Aix-Marseille III, 13397 Marseille Cedex 13.

³ : ORSTOM, Dépt. T.O.A. et Lab. de Minéralogie-Cristallographie, URA CNRS 09, Univ. Paris 6 et 7, 75252 Paris Cedex 05.

Les particules énergétiques constituant le rayonnement cosmique induisent dans l'environnement terrestre des cascades de réactions nucléaires au cours desquelles sont entre autres produits des isotopes radioactifs à vie courte relativement à l'âge de la Terre ($\sim 4,5 \cdot 10^9$ ans). Leur mode de synthèse a conduit à les désigner sous le terme générique de nucléides cosmogéniques ou cosmonucléides.

Si la plupart des particules issues du rayonnement cosmique dissipent leur énergie dans l'atmosphère, environ 0,1% d'entre elles atteignent la croûte terrestre avec suffisamment d'énergie pour provoquer des réactions nucléaires dans les minéraux exposés en surface. L'intensité du rayonnement cosmique diminuant exponentiellement avec la profondeur de matière traversée, la production de nucléides cosmogéniques dans la matrice des minéraux qui lui sont exposés (production *in situ*) est limitée aux premiers mètres de la croûte terrestre. En conséquence, leur concentration est directement liée à l'historique d'exposition de l'échantillon étudié au rayonnement cosmique. Cette caractéristique essentielle permet l'utilisation des cosmonucléides produits *in situ* pour étudier, non seulement l'évolution temporelle d'évènements géologiques exhumant rapidement des matériaux précédemment enfouis, mais également les processus géomorphologiques d'altération et d'érosion des sols.

Bien que déjà proposées il y a quelques décennies, les méthodes d'investigation utilisant les cosmonucléides produits *in situ* n'ont pu être mises en oeuvre qu'au cours des dernières années, les techniques analytiques à employer, et notamment la Spectrométrie de Masse par Accélérateur pour ce qui concerne ^{10}Be ($T_{1/2} = 1,5 \cdot 10^6$ ans) et ^{26}Al ($T_{1/2} = 7,16 \cdot 10^5$ ans), n'ayant que récemment atteint la sensibilité requise pour la détection des très faibles concentrations de nucléides cosmogéniques produits dans les roches de surface. Actuellement, des temps d'exposition en surface allant de 10^3 à 10^6 ans ont pu être déterminés dans des environnements où les pertes dues à l'érosion pouvaient être négligées. En principe, il est également possible de dater des temps d'exposition de l'ordre de quelques centaines d'années. Lorsque la durée d'exposition au rayonnement cosmique est suffisamment longue pour qu'un état stationnaire relativement aux pertes dues à l'érosion et à la décroissance radioactive soit approché, la mesure de la concentration en cosmonucléides ^{10}Be et/ou ^{26}Al produits *in situ* permet de déterminer des taux d'érosion compris entre $\sim 1 \text{ m.Myr}^{-1}$ et plusieurs 100 m.Myr^{-1} . Enfin, les courbes d'évolution de la concentration en cosmonucléides produits *in situ* en



Erosion de cette surface
entre 3 et 8 m / 10⁶ an 29

enfouissement 3 m / 10⁶ an

fonction de profondeur étant très différentes selon que les surfaces étudiées sont en cours d'érosion ou en cours d'accumulation, il est possible non seulement de distinguer sans ambiguïté entre ces deux processus mais également de les quantifier.

Dans un premier temps, l'étude de la distribution de ¹⁰Be et de ²⁶Al dans différentes surfaces du système latéritique s'étant développé sur le Craton Ouest-Africain dans le nord du Burkina Faso a démontré l'utilité de ces cosmonucléides produits *in situ* pour préciser les historiques d'exposition, d'érosion et d'enfouissement des surfaces étudiées. Ce système a été choisi comme site d'étude car il est géomorphologiquement et minéralogiquement représentatif de la plupart des systèmes latéritiques ouest africains. Il consiste en un ensemble de cuirasses ferrugineuses formant une série de surfaces planes, ou glacis. Parmi ces derniers on trouve, un bassin hydrographique actif, et, une série de surfaces latéritiques supposées représenter des aires de drainage reliques dont l'origine pourrait, pour les plus anciennes, remonter à l'ère Tertiaire. L'origine des matériaux (autotochtonie-allochtonie) et la chronologie des processus mis en oeuvre pour le développement de telles surfaces latéritiques restent toutefois des interrogations majeures. De l'ensemble des résultats obtenus auprès du Tandétron de Gif-sur-Yvette, ceux obtenus à partir de filons de quartz affleurants sur le moyen glacis indiquent tout d'abord que le taux d'érosion moyen dans la région étudiée est de l'ordre de 3 à 7 m.Myr⁻¹. En revanche, les résultats obtenus à partir de galets de quartz incorporés à différentes profondeurs dans les cuirasses ferrugineuses du bas glacis indiquent un taux d'accumulation de l'ordre de 5 m.Myr⁻¹ pour les horizons latéritiques. Enfin, la distribution du ¹⁰Be dans des galets de quartz actuellement à quelques mètres de profondeur dans un ancien lit de rivière qui fut rapidement comblé par du matériel de type colluvial, suggère que l'horizon latéritique du bas glacis s'est formé il y a environ 300 kyr lors d'un épisode érosif probablement associé à un climat plus humide [1].

Dans le cadre de cette problématique générale visant à mieux comprendre les processus d'altération et notamment les transferts et échanges de matière au sein des couvertures d'altération et entre ces couvertures et le réseau hydrographique, une étude de la distribution des cosmonucléides ¹⁰Be et ²⁶Al produits *in situ* le long d'un niveau à galets de quartz présent dans la couverture d'altération latéritique située à Goyoum (Est-Cameroun) a ensuite été initiée. Afin notamment d'établir, en utilisant des méthodes analogues à celles employées au Burkina Faso, si les quartz des "stones lines" ont été exposés à ou près de la surface (origine allochtone) ou s'ils résultent d'une fonte géochimique *in-situ* (origine autotochtone), et de déterminer éventuellement l'époque de leur enfouissement, des échantillons prélevés dans deux puits creusés au sein du manteau d'altération ont été analysés. Les résultats préliminaires obtenus auprès du Tandétron de Gif-sur-Yvette sur différents types de cailloux de quartz suggèrent fortement une origine allochtone pour ces derniers.

[1] : E.T. Brown, D.L. Bourlès, F. Colin, Z. Sanfo, G.M. Raisbeck et F. Yiou. - The development of iron crust lateritic systems in Burkina Faso, West Africa examined with *in situ*-produced cosmogenic nuclides - *Earth and Planetary Science Letters*, 124, 19-33, 1994

**PROGRAMME ENVIRONNEMENT GEOSPHERE INTERTROPICALE
PEGI**

- EROSION, ALTERATION, PEDOGENESE
- Traceurs Physiques, Chimiques et Biologiques

12 et 13 DECEMBRE 1994
à la Société Géologique de France
77, rue Claude Bernard
75005 PARIS

PROGRAMME :

- . Cosmonucléides et pédogenèse
- . Comportement des isotopes de Sr, U, Th
- . Datation des altérations
- . Cristallochimie de l'altération et de l'érosion
- . Biogéomarqueurs dans les eaux
- . Réactivité et porosité
- . Phytolithes

Organisateurs : Jacques Boulègue, Bruno Hamelin, Yves Lucas

Secrétariat
Renseignements
et Inscriptions

Dr Bernard HIERONYMUS - Mme Geneviève LETEMPLIER
Laboratoire de Géochimie - Casier Postal 124, UPMC
Tél. : 44 27 50 06 Fax : 44 27 51 41