



HAL
open science

Les Terre Rares, traceurs des processus pédogénétiques de sols fortement différenciés développés sur calcaire

Cédric Laveuf, Sophie S. Cornu, Farid Juillot

► **To cite this version:**

Cédric Laveuf, Sophie S. Cornu, Farid Juillot. Les Terre Rares, traceurs des processus pédogénétiques de sols fortement différenciés développés sur calcaire. 9. Journées Nationales de l'Etude des Sols, Apr 2007, Angers, France. hal-02758019

HAL Id: hal-02758019

<https://hal.inrae.fr/hal-02758019>

Submitted on 4 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les Terres Rares, traceurs des processus pédogénétiques de sols fortement différenciés développés sur calcaire

Laveuf Cédric¹, Cornu Sophie¹ et Juillot Farid²

1: INRA, UR0272 Science du Sol, Centre de recherche d'Orléans, Avenue de la Pomme de Pin, BP20619 F-45166 Olivet cedex, France. laveuf@orleans.inra.fr

2 : IMPMC, UMR CNRS 7590, Universités Paris 6 et 7 – IPGC, Rue de Lourmel, 75252 Paris cedex 05, France

Introduction

Les Terres Rares (TR) comprennent les 14 éléments de la série des lanthanides, *i.e.* de La à Lu excepté Pm. Elles présentent des propriétés géochimiques et physiques proches, en raison de leur configuration électronique (Henderson, 1984). Elles sont classiquement utilisées en sciences de la terre comme traceurs, sous forme de concentrations normalisées par rapport à une référence. Au cours de l'altération, les TR sont fractionnées par rapport au matériau parental, de façon différente selon leur numéro atomique et les processus mis en œuvre. Ainsi, le cérium et l'euprium sont les 2 seules TR à présenter 2 états d'oxydation dans les conditions rédox supergènes et exhibent donc un comportement particulier. De plus, les TR légères (La-Pr), moyennes (Nd-Dy) et lourdes (Ho-Lu) ne sont pas fractionnées de la même manière au cours de l'altération, les TR moyennes étant les plus mobiles (Henderson, 1984). Alors que les TR proviennent majoritairement de l'altération autochtone des matériaux parentaux et seulement pour une faible proportion de sources anthropogéniques (Hu, 2006), jusqu'à maintenant, peu d'études ont tentées d'exploiter le potentiel des TR comme indicateurs des processus pédologiques. Cette étude vise donc à déterminer si les TR peuvent effectivement être des traceurs de la pédogenèse, en essayant de distinguer les effets des différents processus sur leur mobilisation.

Matériels et méthodes

Nous avons étudié un sol riche en TR et ayant subi les processus pédogénétiques successifs suivants : décarbonatation, deux stades de variations des conditions rédox, éluviation (Baize et Chrétien, 1994). Le sol étudié s'est développé dans le matériel argileux issu de l'altération autochtone de 2 calcaires minéralisés d'âge Lotharingien et Sinémurien de la bordure Nord-Est du Morvan (Baize et Chrétien, 1994). Il présente la succession d'horizons suivante : A, E, Bgd, Bc (riche en concrétions Fe-Mn) et C au contact du calcaire d'âge Sinémurien.

Des échantillons des calcaires parentaux et de chaque horizon ont été prélevés. Pour tous les horizons, les fractions 0-2 μm et $>50 \mu\text{m}$ ont été séparées. Ces différents échantillons ont été analysés minéralogiquement et chimiquement pour les TR et les éléments majeurs.

Les concentrations en TR, normalisées aux calcaires parentaux (spectres), et les anomalies (enrichissements et pertes) associées ont été étudiées pour (i) la fraction totale (ii) la fraction $>50 \mu\text{m}$, et (iii) la fraction 0-2 μm , afin de distinguer les effets des processus pédogénétiques mis en jeu sur la mobilisation des TR.

Résultats et discussion

Les deux calcaires parentaux ont une composition minérale proche et se composent notamment d'environ 88% de calcite. Des nodules phosphatés, riches en TR surtout

moyennes, sont cependant présents dans le calcaire d'âge Lotharingien. Les calcaires présentent de ce fait des spectres de TR quasi identiques avec un appauvrissement en Ce et le classique enrichissement en TR moyennes. En conséquence, les différences entre les spectres de TR dans les calcaires et dans le solum résultent uniquement de l'action des processus pédogénétiques.

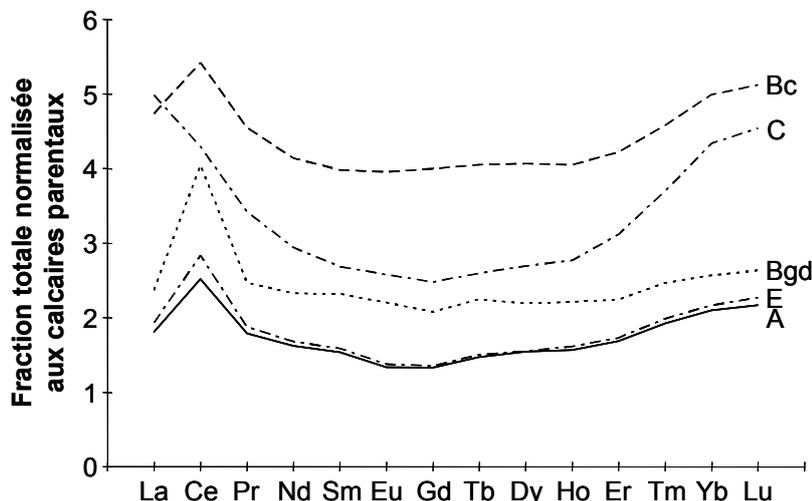
Les spectres de TR de la fraction totale des différents horizons, tous appauvris en TR moyennes, sont de 4 types (Figure). (1) Les horizons A et E sont les moins riches en TR et ils sont appauvris en TR légères relativement aux lourdes. (2) L'horizon Bgd, plus riche en TR que les précédents, présentent le plus fort enrichissement en Ce. (3) L'horizon Bc est le plus enrichi en TR. (4) L'horizon C ne présente pas d'enrichissement en Ce et est très appauvri en TR moyennes.

L'alternance des conditions rédox lors de battements de nappe est à l'origine de la formation de concrétions Fe-Mn qui constituent principalement la fraction $>50 \mu\text{m}$. L'étude de la fraction $>50 \mu\text{m}$ permet donc de comprendre le fractionnement des TR au cours de la formation des concrétions Fe-Mn. Les spectres de TR de la fraction $>50 \mu\text{m}$ de tous les horizons sont très enrichis en Ce, mettant en évidence une rétention préférentielle du Ce par les oxydes de Fe et Mn. Cet enrichissement en Ce dans la fraction $>50 \mu\text{m}$ explique l'enrichissement en Ce observé dans la fraction totale de l'horizon Bc (Figure).

Le solum étudié est riche en fraction $0-2 \mu\text{m}$, les teneurs diminuant vers la surface suite à l'éluviation des horizons supérieurs. Les spectres de TR de la fraction $0-2 \mu\text{m}$ des différents horizons, tous appauvris en TR moyennes, sont de 3 types. (1) Les horizons A, E et Bgd sont enrichis en Ce et en TR légères. (2) L'horizon Bc est appauvri en Ce, mais enrichi en TR lourdes. (3) L'horizon C ne présente pas de fractionnement en Ce, ni en TR légères ou lourdes. L'aplatissement des spectres de TR dans la fraction totale des horizons A et E pourrait donc résulter de l'éluviation de la fraction $0-2 \mu\text{m}$ riche en TR lourdes et surtout légères, et l'enrichissement en Ce dans l'horizon Bgd faiblement illuvial pourrait également résulter de la richesse en Ce de la fraction $0-2 \mu\text{m}$.

Conclusions

Ces résultats préliminaires montrent que certains processus pédogénétiques mobilisent plus spécifiquement certaines TR. Celles-ci peuvent donc servir de traceurs des processus pédogénétiques. Des travaux complémentaires sont en cours pour mieux assoir le potentiel des TR en tant que traceurs. Des bilans de masse sont notamment nécessaires pour confirmer nos hypothèses concernant l'influence de la fraction $0-2 \mu\text{m}$ sur les spectres de la fraction totale et pour quantifier l'impact des processus pédogénétiques sur le comportement des TR.



Remerciements

Cette étude a été soutenue financièrement par la Région Centre et l'INRA.

Bibliographie

- Baize, D. et Chrétien, J., 1994 Etude et Gestion des sols 2, 7-27
- Henderson, P., 1984 Rare Earth Element Geochemistry. Elsevier, Amsterdam. pp. 1 – 32
- Hu, Z.Y. *et al.*, 2006 Communications in Soil Science and Plant Analysis 37, 1381-1420