

Enregistrement scientifique n° 1208
Symposium n° 16
Présentation : poster

Profils $\delta^{13}\text{C}$ de ferralsols et changements de flore : modélisation et conséquences paléoécologiques $\delta^{13}\text{C}$ profiles of ferral soils and vegetation changes: modelling and palaeoecological implications

SCHWARTZ Dominique (1), MARIOTTI André (2)

(1) ORSTOM, CEREG, 3 rue de l'Argonne, 67083, Strasbourg cedex, France

(2) BGCI, Univ. P. et M. Curie, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

Les ferralsols du Congo présentent 3 types de profils $\delta^{13}\text{C}$: (a) Les sols de forêts ont en général un profil purement C3 ; (b) quelques exceptions présentent dans leur partie médiane un "ventre" de matières organiques (MOS) C4 ; (c) Les sols de savane sont caractérisés par l'origine C4 des MOS des horizons supérieurs et par l'origine C3 des MOS des horizons profonds. De telles variations ont été interprétées comme le résultat de successions de végétation, forêt-savane (F-S, cas c), ou forêt-savane-forêt (F-S-F, cas b), et ont été hypothétiquement raccordées à la chronologie holocène locale établie grâce à l'étude de séquences sédimentaires palynologiques.

Pour préciser cette hypothèse, nous avons simulé l'évolution du profil $\delta^{13}\text{C}$ de ferralsols soumis à des changements de végétation F-S et F-S-F. Ce modèle prend en compte (1) les bornes théoriques du $\delta^{13}\text{C}$ des MOS sous végétations C3 ou C4 stables, (2) les temps moyens de résidence des MOS mesurées par le ^{14}C , (3) une loi de disparition des MOS en exponentielle décroissante et (4) un coefficient variable exprimant le rapport entre la minéralisation des MOS anciennes et l'incorporation de MOS récentes.

La comparaison des résultats du modèle avec les profils réels de sols montre un très bon accord entre les profils $\delta^{13}\text{C}$ réels et ceux obtenus par la simulation pour les âges supposés des changements de végétation. Il est ainsi possible de vérifier ainsi les *ordres de grandeur* de l'âge des changements de végétation. Nos résultats permettent également d'aboutir aux conclusions suivantes :

1. L'allure très variable des profils $\delta^{13}\text{C}$ des MOS dans les sols ferrallitiques est parfaitement explicable par de simples changements du couvert végétal.
2. La mémoire de végétations disparues peut être archivée dans les horizons profonds par le $\delta^{13}\text{C}$ des MOS plusieurs millénaires après les changements de végétation, à la condition expresse que ces végétations aient été présentes pendant un laps de temps long. En revanche des changements de végétation courts, d'une durée de quelques siècles, ne seront jamais enregistrés dans les horizons profonds d'un sol biologiquement actif. Ils pourront l'être dans les horizons médians ou supérieurs du sols, à la condition qu'ils se soient produits dans un passé relativement proche.
3. L'étude des profils ^{13}C des sols peut ainsi compléter les analyses palynologiques, plus

détaillées sur le plan floristique, chronologiquement plus précises, mais plus ponctuelles.

4. Ce type d'archivage peut s'appliquer aussi bien à des changements de végétation naturels (paléoclimatiques) qu'anthropiques.

Mots clés : Congo, ferralsol, 13C, paléoenvironnement, savane, forêt dense

Key words : Congo, ferral soil, 13C, palaeoenvironment, savanna, rain forest

Enregistrement scientifique n° 1208

Symposium n° 16

Présentation : poster

**Profils $\delta^{13}\text{C}$ de ferralsols et changements de flore :
modélisation et conséquences paléoécologiques**
 **$\delta^{13}\text{C}$ profiles of ferral soils and vegetation
changes: modelling and palaeoecological implications**

SCHWARTZ Dominique (1), MARIOTTI André (2)

(1) ORSTOM, CEREG, 3 rue de l'Argonne, 67083, Strasbourg cedex, France

(2) BGCI, Univ. P. et M. Curie, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

Les ferralsols des forêts et savanes du Congo (Afrique centrale) présentent 3 types de profils $\delta^{13}\text{C}$. En général, les sols de forêts ont un profil marqué sur toute leur épaisseur par l'origine C3 des matières organiques (MOS) (fig. 1a). Quelques exceptions présentent dans leur partie médiane un "ventre" de MOS C4 (fig. 1b). Le profil $\delta^{13}\text{C}$ des sols de savane est marqué par l'origine C4 des MOS des horizons supérieurs, et par l'origine C3 des MOS des horizons profonds (fig. 1c).

Les variations illustrées par les figures 1b et 1c ont été interprétées comme le résultat de successions de végétation, forêt-savane (F-S : fig. 1c), ou forêt-savane-forêt (F-S-F : fig. 1b). En Afrique Centrale, de telles successions ont été mises en évidence à l'Holocène par l'étude de séquences sédimentaires palynologiques. Les changements de végétation à l'origine des variations du profil $\delta^{13}\text{C}$ des sols ont été hypothétiquement raccordés à la chronologie palynologique.

Nous avons cherché à préciser cette hypothèse, et avons à cet effet simulé l'évolution avec le temps du profil $\delta^{13}\text{C}$ de ferralsols soumis à des changements de végétation F-S. Ce modèle prend en compte (a) les bornes théoriques δ_f et δ_s du $\delta^{13}\text{C}$ des MOS sous végétations forestières ou savaniques idéalement stables, (b) les temps moyens de résidence T des MOS, mesurées par le ^{14}C , (c) une loi de disparition des MOS en exponentielle décroissante et (d) un coefficient variable α exprimant le rapport entre la minéralisation des MOS anciennes et l'incorporation de MOS récentes. Dans ces conditions, à une profondeur z donnée, l'équation donnant la valeur $\delta_z(t)$ du $\delta^{13}\text{C}$ des MOS au bout d'un temps t après un changement de végétation F-S s'écrit :

$$\delta_z(t) = \frac{(\delta_z f - \alpha \cdot \delta_z s) \cdot e^{-t/T} + \alpha \cdot \delta_z s}{(1 - \alpha) \cdot e^{-t/T} + \alpha} \quad (1)$$

De la même manière, dans le cas d'une succession F - S - F, si on retourne à une végétation forestière après une durée t_1 de la savane, la valeur $\delta_z(t)$ du $\delta^{13}\text{C}$ atteinte au bout d'un temps t de retour à la forêt s'écrit :

$$\delta_z(t) = \frac{[\delta_z(t_1) - \beta \cdot \delta_z f] \cdot e^{-t/T} + \beta \cdot \delta_z f}{(1 - \beta) \cdot e^{-t/T} + \beta} \quad (2)$$

Avec : $\beta = \alpha^{-1}$

$\delta_z(t_1)$ déterminé d'après l'équation (1).

Les variations du profil $\delta^{13}\text{C}$ avec la profondeur sont ensuite reconstruites en interpolant les valeurs calculées à des profondeurs standards. Nous avons de plus supposé que l'altitude du sol n'avait pas changé avec le temps, autrement dit, que la surface du sol n'avait pas été affectée par des phénomènes d'ablation (érosion) ou d'épaississement (colluvionnement).

Nous avons ensuite comparé les résultats du modèle avec des profils réels de sols. Il y a un très bon accord entre les profils $\delta^{13}\text{C}$ réels et ceux obtenus par la simulation pour les âges supposés des changements de végétation (fig. 2a et 2b). Il n'est certes pas possible de se servir des profils $\delta^{13}\text{C}$ pour dater *précisément* des changements de végétation, mais, il est parfaitement possible de vérifier ainsi les *ordres de grandeur* de l'âge des changements de végétation. Nos résultats permettent également d'aboutir aux conclusions suivantes :

1. L'allure très variable des profils $\delta^{13}\text{C}$ des MOS dans les ferralsols est parfaitement explicable par de simples changements du couvert végétal.
2. La mémoire de végétations disparues peut être archivée dans les horizons profonds par le $\delta^{13}\text{C}$ des MOS plusieurs millénaires après les changements de végétation, à la condition expresse que ces végétations aient été présentes pendant un laps de temps long. En revanche des changements de végétation courts, d'une durée de quelques siècles, ne seront jamais enregistrés dans les horizons profonds d'un sol biologiquement actif. Ils pourront l'être dans les horizons médians ou supérieurs du sols, à la condition qu'ils se soient produits dans un passé relativement récent.
3. L'étude des profils $\delta^{13}\text{C}$ des sols peut ainsi compléter les analyses palynologiques,

plus détaillées sur le plan floristique, chronologiquement plus précises, mais plus ponctuelles. Elle permet de spatialiser les conclusions de la palynologie, sans pour autant résoudre le problème du décalage chronologique fin des changements de végétation entre zones de bas-fonds, toujours plus humides, et sols de versant, plus secs.

4. Ce type d'archivage peut s'appliquer aussi bien à des changements de végétation naturels (paléoclimatiques) qu'anthropiques.

Mots clés : Congo, ferralsol, 13C, paléoenvironnement, savane, forêt dense

Key words : Congo, ferral soil, 13C, palaeoenvironment, savanna, rain forest

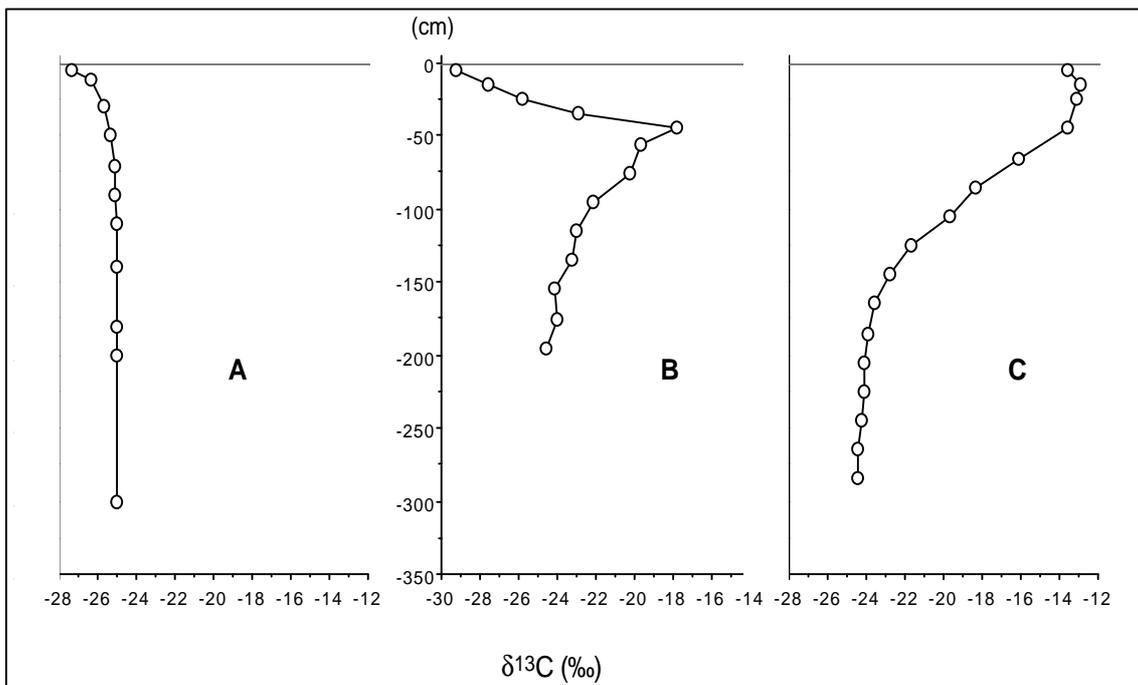


FIGURE 1 - Profils $\delta^{13}\text{C}$ de sols ferrallitiques du Congo. A : sols sous forêts plurimillénaires ; B : forêts récentes (500 à 1000 ans) ; C : savanes âgées d'environ 3000 ans.

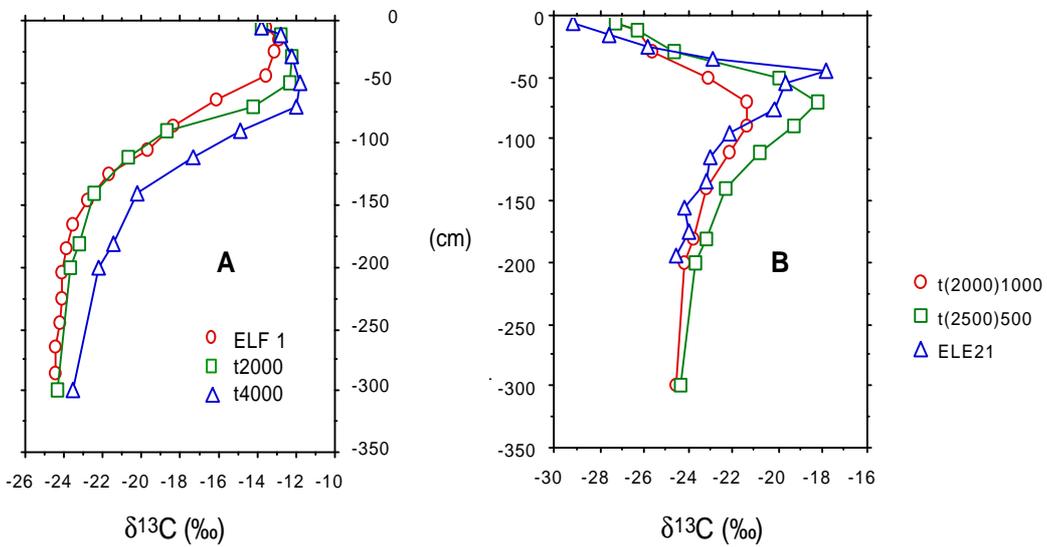


FIGURE 2 - Comparaison de profils réels et de profils simulés par le modèle. A : sol de savane (ELF 1) et profils théoriques de savanes âgées de 2000 et 4000 ans ; B : sol de forêt jeune (ELE 21) et profils théoriques de forêts de 500 et 1000 ans, précédées par 2500 ans ou 2000 ans de savane.