

INSTITUT DE PHYSIQUE
UNIVERSITE FEDERALE DE BAHIA
LABORATOIRE DE GEOPHYSIQUE NUCLEAIRE
SALVADOR (BAHIA) - BRESIL

TENTATIVE D'EVALUATION A PARTIR DE MESURES PAR LE RADIOCARBONE, DU
REMANIEMENT BIOLOGIQUE DE SURFACE D'UN SOL FORESTIER TROPICAL

P.F.S. Lôbo*, J.-M. Flexor*, J.-L. Rapaire** et G. Siefferman***

Présenté au 24^{ème} Congrès de la Société Brésilienne pour le Progrès

43

Introduction

Lors d'une tentative de l'étude du cycle du carbone dans "l'humus" il est apparu que certains processus, apparemment simples, peuvent être abordés à partir de mesures d'activité spécifique ($\mu\text{C}/\text{OC}$) des fractions organiques.

C'est en particulier le cas pour l'estimation de la quantité de matière remontée à la surface du sol, sous forme de déjections, par les "Lumbricidae". Ce mécanisme qui produit une meilleure aération du sol et, sous certaines conditions, un enrichissement en éléments minéraux et matière organique du niveau A₀ a des effets bénéfiques sur la fertilité.

Un indicateur de l'action de la faune et la présence, à la superficie, de déjections de Lumbricidae généralement de forme conique

de forme conique pouvant atteindre 5 cm de hauteur et 3 cm de diamètre à la base, composées d'agglomérats sphériques de 0,5 à 1 cm³ de volume.

Ces rejets dissous par la pluie se mélangent intimement à la litière. Tout se passe comme si la superficie du sol est sujette à un enfouissement apparent dans la zone d'action des vers de terre.

Cette "vitesse d'enfoncement virtuel" peut être estimée par diverses méthodes: recouvrement d'un galet, d'une grille métallique ou plastique, numération des galeries superficielles, comptage de déjections, etc. Ce travail montre comment il est possible d'obtenir les mêmes résultats par la mesure de l'activité spécifique du carbone organique de la litière et de l'horizon A₀.

II - SOL ETUDIÉ. CARACTERISTIQUES.

Des sols de coloration gris-jaune, d'une dizaine de mètres ou plus d'épaisseur, dérivés de matériaux de transport, se rencontrent sur tout le plateau de Camaçari (12°32'S 32°42'W), entre Santo Amaro da Purificação et Cachoeira (Bahia), où ils forment une superficie relativement horizontale à une altitude moyenne de 180 m. Ces sols ont été étudiés et décrits du point de vue minéralogique par LUZ CONCEIÇÃO (1970).

Le climat de cette région est tropical de basse altitude, avec une pluviosité de 1600 mm bien répartie durant l'année. La température annuelle moyenne est 28°C.

Le profil étudié peut être observé à 3 km de la plantation OPALMA, sur la route nationale BR 101, sous végétation forestière. Aucune érosion superficielle n'est visible. L'activité des vers de terre est assez intense et des termitières arboricoles apparaissent fréquemment. À la superficie du sol s'observe une li-

méthode DABIN (1971). Les résultats obtenus pour les différentes fractions organiques des horizons 0 - 10 et 65 - 100 cm sont présentés tableau I.

TABLEAU I

Horizon (cm)	ac. fulviques libres (C%)	ac. humiques $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (C%)	ac. fulv. liés (C%)	ac. humiques NaOH (C%)	ac. fulv. liés (C%)	humine (C%)
0 - 10	0,55	1,04	0,15	0,21	0,03	=1,58
65 - 100	0,13	0,10	0,10	0,04	0,04	0,38

Le pH augmente régulièrement de la superficie jusqu'à 1 m de profondeur, en passant de 4 à 5.

La capacité d'échange de la terre fine (<2mm) passe de 19 meq% en surface à 7,5 meq% vers 1 m de profondeur.

La somme des bases échangeables est très faible: 1,4 meq% en superficie, moins de 0,5 meq% à 1 m de profondeur. Il en résulte des taux de saturation très faibles. Il s'agit donc d'un sol chimiquement très pauvre.

Étude des minéraux argileux. Les cinq niveaux du profil ont été étudiés par diffractométrie de rayons-X (diagrammes de poudre et de lame orientée). Les résultats ne présentent pas de variations en fonction de la profondeur. Ceux obtenus pour l'horizon 20 - 40 cm sont présentés fig. 1.

Ces diagrammes montrent:

- de la kaolinite désordonnée suivant l'axe b,
- du quartz,
- des traces de goethite,
- des traces d'illites plus ou moins dégradées, mises en évi-

dence par l'apparition d'une bosse à 10 Å au chauffage.

XXXXXXXXXX

FIGURE 1.

Ratio C¹⁴
III - ACTIVITE SPECIFIQUE DES FRACTIONS ORGANIQUES.

La ratio La mesure de l'activité spécifique des fractions organiques *de carbone* a été effectuée selon une technique décrite antérieurement (FLEXOR ET AL, 1971). Les résultats *pour* pour l'horizon de surface sont présentés tableau II.

(0 à 10 cm)

TABEAU II

activité spécifique	acides fulviques	acides humiques	humine
$\delta^{14}C(\%)$	8 ± 1	9 ± 1	16 ± 1

TABLEAU II

activité spécifique	acides fulviques	acides humiques	humine
$\delta^{14}\text{C}(\%)$ *	8 ± 1	9 ± 1	16 ± 1

*
$$\delta^{14}\text{C}(\%) = \frac{(\text{^{14}C/^{12}C})_e - (\text{^{14}C/^{12}C})_{\text{NBS}}}{(\text{^{14}C/^{12}C})_{\text{NBS}}} \cdot 100$$

avec e = échantillon et NBS = référence du National Bureau of Standards (1950).

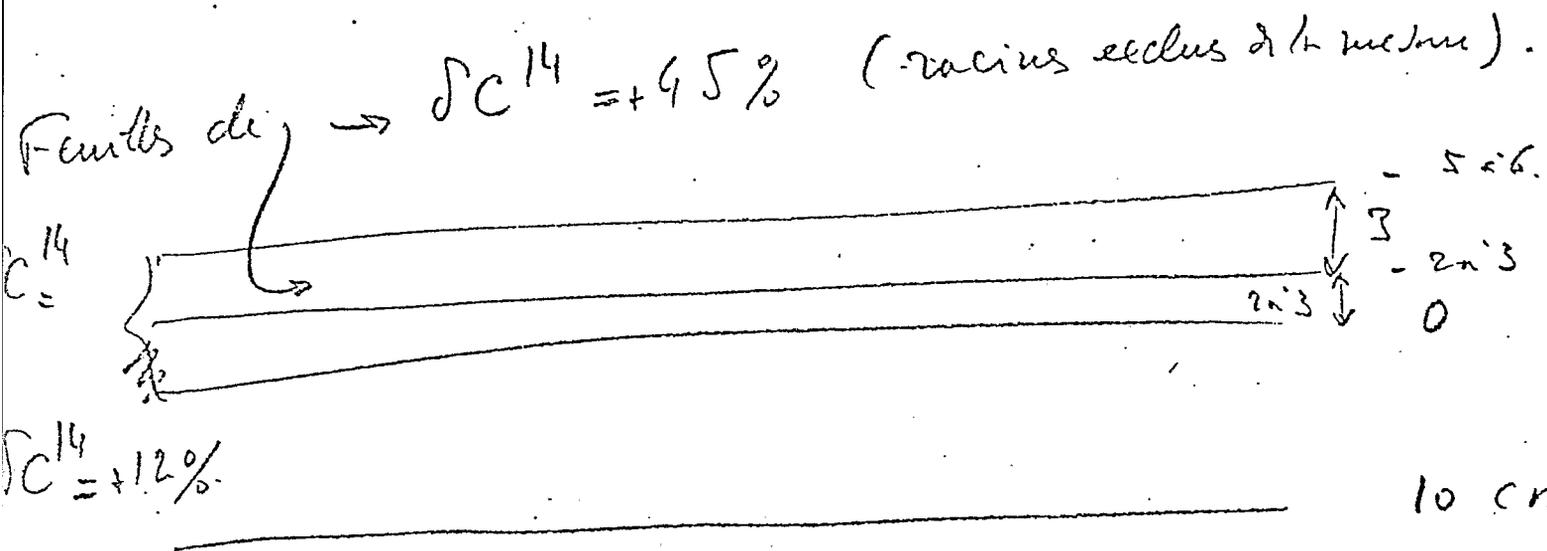
IV - ACTIVITE SPECIFIQUE DE LA LITIERE. INTERPRETATION DES RESULTATS.

NAKHLA (1968) a montré que l'activité spécifique des végétaux de l'année est égale à celle du CO₂ atmosphérique et suit donc ses variations dues aux essais thermonucléaires. Les valeurs données par VOGEL (1971) permettent de déduire l'activité spécifique du CO₂ de l'air pour une latitude de 13°S (Bahia), soit: $\delta^{14}\text{C}(\%) = 59, 58, 56$ et 55 , respectivement de 1968 à 1971. *pour la litier*

En estimant la durée de vie moyenne d'une feuille à un an et le temps maximum nécessaire à sa décomposition à 4 ans (DUCHAUFOR, 1971) la litière de 1971 devrait présenter une activité moyenne $\delta^{14}\text{C} = 56\%$.

Son activité mesurée est $\delta^{14}\text{C} = (45 \pm 1)\%$ ce qui correspondrait à un temps de décomposition de 20 ans (FLEXOR ET AL, 1971), valeur peu probable. Le $\delta^{14}\text{C}$ trouvé fait penser à une "contamination" par du carbone moins actif provenant de l'horizon supérieur, transféré à la litière par un remaniement biologique dû principalement aux lumbricidae. [Cette hypothèse s'appuie sur le fait que, suivant BACHELIER (1963), l'action des vers de terre est plus intense dans les couches superficielles que profondes dans les régions chaudes où la pluviosité est bien répartie tout au long de l'année, ce qui est le cas ici.

Y
A →



(1963)
 Bachelus a montré que dans les ^{sols} ~~terres~~
 constamment humides, comme c'est le cas ici,
 les vers de terre ~~absent~~ ^{constamment} ~~présent~~ ^{prévalent}
 (90% de sa nourriture) dans le sol de 0 à 10 cm.
 nous supposons donc que la nourriture
 consommée par les vers de terre du sol étudié a
 un $\delta C^{14} = +12\%$.

Les valeurs données tableau II permettent d'exprimer $\delta^{14}\text{C} = 12\%$ l'activité spécifique de l'horizon 0 - 10 cm. Les fractions étudiées représentent 93% du carbone total.

Le taux de "contamination" du carbone de la litière est déterminé par l'équation

$$A = (1 - x)A_1 + xA_2$$

avec

- A : activité spécifique de la litière,
- A_1 : activité spécifique théorique de la litière (de décomposition ≤ 4 ans),
- A_2 : activité spécifique de l'horizon 0 - 10 cm,
- x : $\frac{\%}{\text{total}}$ de carbone transféré annuellement de l'horizon 0 - 10 cm à la litière.

Le poids de la litière est 350 g.m^{-2} , ~~ou~~ la carbone correspondante, 160 g.m^{-2} . Le taux calculé de carbone annuel du carbone de l'horizon 0 - 10 cm à la litière est en poids, 40 g.m^{-2} . Cela correspond à un poids de terre de $40 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$.

Dans les sols non cultivés tels que jachères, prairies, etc. si que dans certains sols forestiers, il a été vérifié que l'analyse biologique peut déterminer une stratification de l'horizon inférieur qui provoque un enfouissement progressif de galets et cailloux (BACHELIER, 1963).

En supposant pour le sol étudié une densité 1,4

$$\left\{ \begin{array}{l} x \times 1,12 + y \times 1,56 = 160 \cdot 1,45 \\ x + y = 160 \end{array} \right.$$

$$x = 160 - y$$

$$(160 - y) \cdot 1,12 + y \cdot 1,56 = 160 \cdot 1,45$$

$$\cancel{160 \cdot 1,12} + y \cdot \frac{(1,56 - 1,12)}{0,44} = 160 \cdot \frac{1,45 - 1,12}{0,44}$$

$$y = \frac{53}{0,44} = 120$$

$$x = 160 - 120 = 40$$

- 40 g (Carbone de ~~terre~~ terre)
- 120 g (carbone de feuille)
- 160 g (carbone de "litière")

D'autre part, 160g de carbone pour 350g de litière
 ça me semble beaucoup trop -

L'erreur sur la représentativité de l'activité spécifique du CO₂ atmosphérique et du carbone des fractions organiques est estimée à $\delta^{14}C = 1\%$.

On suppose $\delta^{14}C = 2\%$ la plage de reproductibilité, fonction de l'échantillonnage, pour l'activité spécifique de la litière.

Dans ces conditions, l'erreur sur les résultats précédents serait 10%.

Importance L'apport

La valeur pour le taux annuel de terre transportée, exprimé en vitesse $(0,9 \pm 0,1)mm.an^{-1}$, semble compatible avec les résultats obtenus par divers auteurs, qui varient de 0,2 à 7 mm.an^{±1} suivant les sols (zones tropicales et tempérées) (BACHELIER, 193). Elle se situe dans la partie inférieure de cette fourchette. Ceci peut s'expliquer en remarquant que dans un sol sablo-argileux bien drainé, sujet à une pluviosité bien répartie ~~pendant~~ ^{durant} l'année le transfert de matériel vers la surface est réduit par la nécessité de reconsolidation constante des galeries par les vers de terre.

V - CONCLUSIONS.

Ce travail montre que la technique du radiocarbone permet, tout au moins pour des sols forestiers, avec seulement deux mesures: activité spécifique de la litière et de l'horizon A₀, d'obtenir une estimation de l'importance du remaniement biologique qui peut demander un minimum d'un an d'études avec certaines méthodes classiques.

Le transport de terre en surface est mis en évidence, en l'absence de témoins visibles (galets, cailloux), ce qui est le cas dans le sol étudié.

Cette méthode peut aussi être utilisée pour des études de fertilité et éventuellement pour confirmer des hypothèses sur l'origine biologique des " stone lines".

Son utilisation par des archéologues permettra, probablement

une estimative ^{on de} sur la profondeur de l'enfouissement d'objets dû à l'activité biologique, dont on doit tenir compte lors de l'interprétation stratigraphique des fouilles.

REMERCIEMENTS. Les auteurs remercient ^{le} au " FUNDO PARA CIENCIA E TECNOLOGIA DO MINISTERIO DO PLANEJAMENTO" ^{reunions à} (- Fonds pour la Science et la Technologie du Ministère du Plan du Gouvernement Brésilien), à l'UNESCO, ^à au CNPq (Conseil National de la Recherche), à la CAPES (Commission de Perfectionnement du Personnel de Niveau Supérieur) et à la CNEN (Commission Nationale pour l'Energie Nucléaire), qui ont fourni les moyens ^{reunions à} pour la réalisation de recherches au " Laboratório de Geofísica Nuclear " de l'Institut de Physique de l'Université Fédérale de Bahia.

BIBLIOGRAPHIE

BACHELIER, G. - 1963 - La vie animale dans les sols. Cah. Péd. O.R.S.T.O.M., 279p.

DABIN, B. - 1971 - Étude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol. "Science du Sol" 1, Suppl. Ass. Fr. Et-Sol. p 47-63.

DUCHAUFOUR, Ph. - 1971 -

FLEXOR, J.-M., LÔBO, P.F.S. ET J.-L. RAPAIRE - 1971 - Estudo da evolução da matéria orgânica do solo, utilizando o carbono-14 produzido nos ensaios termonucleares atmosféricos. (Rev. Bras. Geol. vol 2, nº4, sous-presse)

NAKHLA, S.M. - 1968 - Étude du comportement du carbone organique dans le sol et étude des podzols à l'aide du carbone-14. Thèse Doct.-ès.Sci., Paris.

LUZ CONCEIÇÃO, T. - 1971 - D.E A. Institut de Géologie, Univ. de Strasbourg.

VOGEL, J.C. - 1971 - Radiocarbon in nature. South Afr. Jl. Sci.

