

# **Etude de l'évolution de l'acide citrique dans un podzol humo-ferrugineux et dans un sol brun lessivé**

**P. ROGER (\*), S. BRUCKERT, F. JACQUIN**

Centre de Pédologie du C.N.R.S. et Université de Nancy

---

## **SOMMAIRE**

*En utilisant le  $^{14}\text{C}$  et les méthodes respirométriques, nous avons pu suivre l'évolution de l'acide citrique dans un sol brun lessivé et dans un podzol*

D'autre part, une étude de la répartition de la radioactivité dans les différentes fractions organiques du sol nous a permis de préciser les phénomènes d'incorporation de l'acide citrique dans les composés de type humique.

## II. — PROTOCOLE EXPERIMENTAL.

### A. — CHOIX ET DESCRIPTION DES SOLS ETUDIES.

Afin de comparer les transformations de l'acide citrique dans des milieux d'activité biologique très élevée ou très faible, nous avons choisi un mull eutrophe d'un sol brun lessivé et les horizons A<sub>1</sub> (base du mor) et Bh d'un podzol humo-ferrugineux. Ces deux profils, provenant respectivement de la région lorraine (forêt de Haye, Meurthe-et-Moselle) et du massif des Basses-Vosges (Taintrux) ont été récemment décrits et analysés (BRUCKERT et DOMMERGUES, 1968). Nous nous contenterons donc d'en résumer les caractéristiques physico-chimiques essentielles (tableau 1).

TABLEAU 1. — Analyse du matériel étudié

Sols et Horizons	pH eau	C %	N %	C/N	S (x)	T (x)	S/T	Fer libre % <sub>g</sub>	Arg. %
Sol brun lessivé									
A <sub>1</sub>	5,4	2,68	0,25	10,7	12,02	16,2	73,2	22,8	22,6
Podzol humo-ferrugineux									
A <sub>1</sub>	3,7	14,40	0,39	37	2,27	38,8	5,9	1,3	0,1
B <sub>h</sub>	3,7	1,65	0,05	32	0,24	8,9	2,7	14,0	5,0

(x) m. eq/100 g à pH 7.

### B. — REPARTITION ET ENRICHISSEMENT DES ECHANTILLONS.

Un poids de sol fraîchement prélevé et tamisé (mailles de 5 mm) correspondant à 30 g de sol sec à 105° C est introduit dans des flacons coniques de 500 ml ; les échantillons étudiés au moins en double exemplaire, comprennent pour chaque horizon :

— un témoin humidifié par 2 ml d'eau servant à mesurer la respiration endogène pendant 21 jours ;

— un témoin enrichi par 2 ml de solution apportant 8 ‰ du poids de sol sec en acide citrique non marqué ; sur ce témoin on mesure journalièrement le dégagement total de CO<sub>2</sub> pendant 21 jours ;

— quatre échantillons enrichis dans les mêmes proportions par 2 ml de solution d'acide marqué sur lesquels on mesure journalièrement le <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> dégagé ; ces échantillons sont respectivement analysés après 0, 5, 10 et 21 jours d'incubation pour suivre la répartition de la radioactivité dans les différentes fractions organiques. Parallèlement, une étude microbiologique est effectuée de façon à déterminer l'évolution de la flore spécifique dégradant l'acide citrique au cours de cette incubation.

### C. — DISPOSITIF D'INCUBATION.

Le dispositif d'incubation dont nous reproduisons le schéma ci-après (fig. 1) a été décrit dans une note récente (GUCKERT, ROGER et JACQUIN, 1969). Il permet de traiter simultanément 12 échantillons en double exemplaire, dans des conditions de température et d'humidité constantes ; en effet, des expériences réalisées précédemment en étuve nous ont montré que des condensations sur les parois des pots d'incubation entraînaient des erreurs importantes par suite de la dessiccation des échantillons ; ce dispositif permet d'éliminer totalement ce facteur d'erreur.

## EVOLUTION DE L'ACIDE CITRIQUE

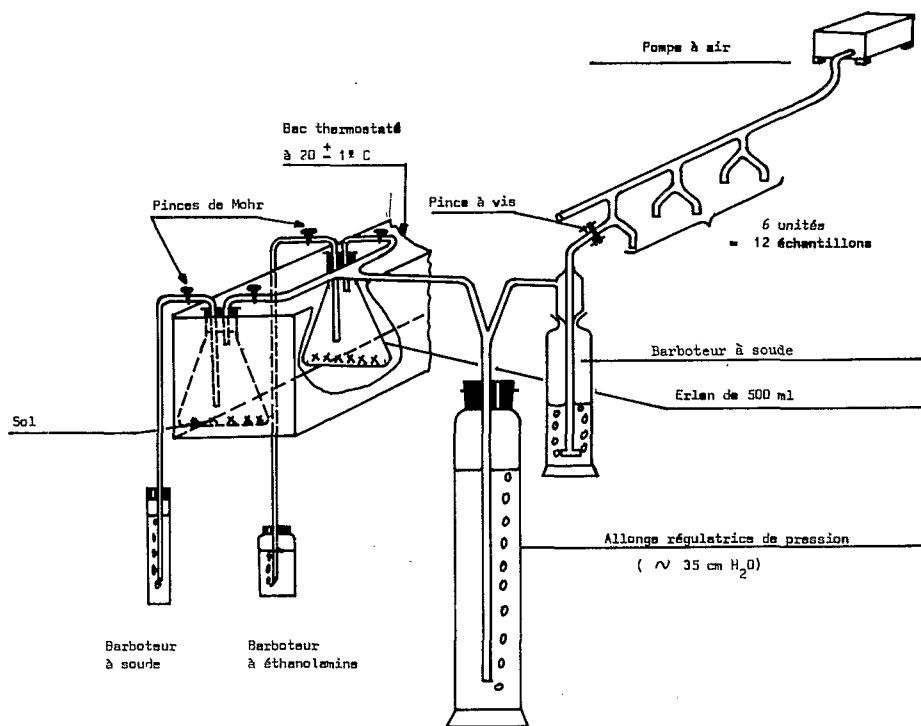


FIGURE I. — Schéma du dispositif d'incubation

### D. — ETUDE RESPIROMETRIQUE.

#### 1° Définition et calculs préliminaires.

Dans nos expériences, l'acide radioactif utilisé était marqué uniquement sur les carbones 1 et 5 (fig. II). Par suite, le  $^{14}\text{CO}_2$  dégagé ne représente qu'une fraction du  $\text{CO}_2$  provenant de la dégradation de la molécule d'acide et deux mesures sont nécessaires : une mesure du  $\text{CO}_2$  total et une mesure du  $^{14}\text{CO}_2$ .

Dans cet exposé, nous appelons  $\text{CO}_2$  total le dégagement mesuré sur un échantillon enrichi par 0,24 g d'acide citrique, diminué de la valeur de la respiration endogène.

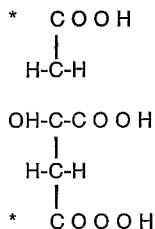


FIGURE II. — Schéma de la molécule d'acide citrique marqué

En ce qui concerne le dégagement de  $^{14}\text{CO}_2$  mesuré en désintégrations par minute, il est intéressant de pouvoir établir une correspondance entre les d.p.m. et le poids de  $^{14}\text{CO}_2$  correspondant. L'acide marqué apporté dans chaque pot correspond à une activité approximative de  $10 \mu\text{Ci}$  ; son poids étant négligeable il est dilué dans 0,24 g d'acide non marqué. Pour établir une correspondance entre les d.p.m. mesurées et les mg de  $^{14}\text{CO}_2$  théorique correspondant, nous admettons que l'acide marqué se comporte comme un échantillon de l'acide total introduit dans le sol ; soit D la dilution de l'acide marqué dans l'acide non marqué, on peut dire que chaque molécule de  $^{14}\text{CO}_2$  mesurée par scintillation correspond, en réalité, à D molécules de  $^{14}\text{CO}_2$ .

Le poids d'acide marqué étant négligeable par rapport à celui de l'acide non marqué, la correspondance peut s'établir comme suit :

Poids total d'acide introduit : 0,24 g ;

Radioactivité introduite :  $\approx 20 \cdot 10^6$  ;

Masse moléculaire de l'acide citrique : 192 ;

Nombre de carbones marqués par molécule d'acide citrique : 2 ;

$$20 \cdot 10^6 \text{ correspondent à } \frac{0,24 \times 2 \times 44}{192} = \text{g de } ^{14}\text{CO}_2,$$

soit la correspondance :

$$\text{mg } ^{14}\text{CO}_2 = \times 5,5 \cdot 10^{-6}.$$

## 2° Dosage du CO<sub>2</sub> dégagé au cours de l'incubation.

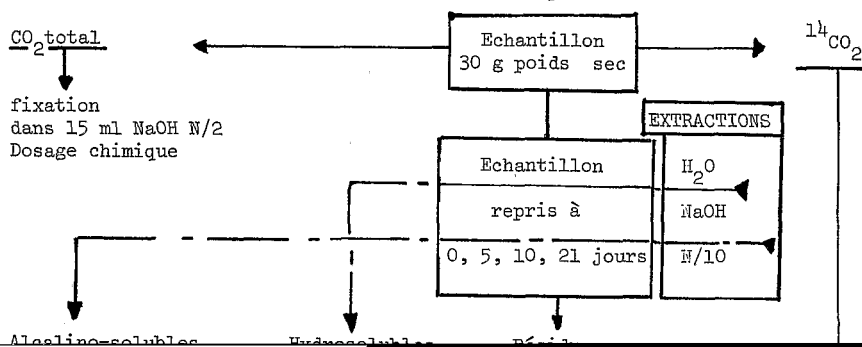
Le CO<sub>2</sub> total est dosé par voie chimique après récupération dans la soude, au moyen d'acide chlorhydrique en présence de chlorure de baryum et de thymol-phtaléine.

Le <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> est récupéré dans un mélange composé de 2 ml d'éthanolamine, 8 ml d'éther monométhylique de l'éthylène glycol et de 10 ml de scintillateur (Toluène, PPO, POPOP). La radioactivité présente est ensuite mesurée directement par passage du mélange dans un compteur à scintillation liquide TRICARB (GUCKERT, ROGER et JACQUIN, 1969).

## E. — ETUDE DE LA REPARTITION DE LA RADIOACTIVITE.

Après incubation, les échantillons sont repris et subissent un fractionnement schématisé à la figure III.

FIGURE III. — Schéma d'une expérience



Une extraction à l'eau permet d'obtenir les hydrosolubles qui sont ensuite séparés, par passage sur résines, en fractions basiques, acides et neutres. La fraction acide est étudiée de façon plus poussée par chromatographie et autoradiographie.

L'extraction à l'eau est suivie d'une extraction à la soude 0,1 N permettant d'obtenir les alcalinosolubles qui sont ensuite séparés en acides fulviques et humiques par précipitation à pH 1.

Le carbone 14 non extractible contenu dans le résidu de ces deux extractions est transformé en  $^{14}\text{CO}_2$  par combustion puis il est fixé et compté de la même façon que le  $^{14}\text{CO}_2$  respirométrique.

Les différentes fractions solubles provenant des extractions à l'eau et à la soude sont comptées directement dans un scintillateur au dioxanne.

#### F. — ETUDE MICROBIOLOGIQUE.

Cette étude consiste en une numération de la microflore à 0, 5, 10 et 21 jours par la méthode des suspensions-dilutions sur un milieu spécifique de microflore dégradant les citrates (milieu de Harder ; DOMMERGUES et DUCHAUFOR, 1965).

### III. — RESULTATS ET DISCUSSION.

Nous envisageons successivement les résultats se rapportant à l'étude respirométrique, microbiologique et à la répartition de la radioactivité dans les différentes fractions.

#### A. — Etude respirométrique.

Rappelons que le  $^{14}\text{CO}_2$  dégagé, mesuré en d.p.m., représente une fraction du  $\text{CO}_2$  total, mesuré chimiquement. Comme nous l'avons démontré, il est possible d'exprimer l'ensemble des résultats en mg de  $\text{CO}_2$  par la correspondance  $\text{mg } ^{14}\text{CO}_2 = \text{d.p.m.} \times 5,5 \cdot 10^{-6}$ .  
1°  $\text{CO}_2$  total (figure IV).

Dans l'horizon A, de sol brun lessivé (mull), l'acide citrique est biodégradé de façon très intense ; on observe un dégagement de  $\text{CO}_2$  extrêmement rapide avec un maximum de 50 mg pour 30 g de sol dès le deuxième jour. Au contraire, dans les horizons Bh et A<sub>1</sub> du podzol humo-ferrugineux, l'acide citrique est minéralisé beaucoup plus lentement et le maximum, deux fois plus faible que celui du mull, est retardé jusqu'au 4<sup>e</sup> et même 6<sup>e</sup> jour (mor).

Signalons que pour pallier l'hétérogénéité des échantillons, due soit à la localisation, soit à la date des prélèvements, il nous a paru utile d'effectuer un certain nombre d'incubations. Les résultats portant sur six expériences montrent une bonne reproductibilité des courbes pour le mull et le Bh du podzol ; par contre, la plus grande hétérogénéité du A<sub>1</sub> de podzol entraîne des variations plus importantes de sa courbe respirométrique qui, suivant le cas, peut se situer soit au niveau, soit au-dessous de celle du Bh comme le montrent les courbes 1 et 2 de la figure IV. A noter que dans la suite de cet exposé les résultats donnés pour le A<sub>1</sub> de podzol sont ceux d'un échantillon dont l'activité respirométrique est celle représentée par la courbe 2.

#### 2° $^{14}\text{CO}_2$ (figure V).

D'une façon générale, les courbes obtenues avec le  $^{14}\text{CO}_2$  et le  $\text{CO}_2$  total présentent une grande analogie aussi bien dans la forme que dans les positions relatives des maxima. La courbe du  $^{14}\text{CO}_2$ , correspondant seulement à deux carbones de la molécule d'acide citrique, est inférieure à celle du  $\text{CO}_2$  total ; mais on n'observe pas une homothétie exacte ; il nous a donc semblé utile d'étudier les variations du rapport  $\frac{\text{CO}_2}{^{14}\text{CO}_2}$  au cours de l'incubation.

#### 3° Etude du rapport $\frac{\text{CO}_2}{^{14}\text{CO}_2}$ au cours de l'incubation.

Rappelons que l'acide citrique radioactif utilisé est marqué sur les carbones 1 et 5, or le départ de ces carbones intervient dès les premières transformations dans le cycle de Krebs et dans le shunt glyoxylique. On peut donc admettre que les carbones marqués sont placés en position préférentielle pour passer à l'état de  $^{14}\text{CO}_2$  par rapport aux autres carbones de la molécule. Une dégradation totale de la molécule d'acide critique

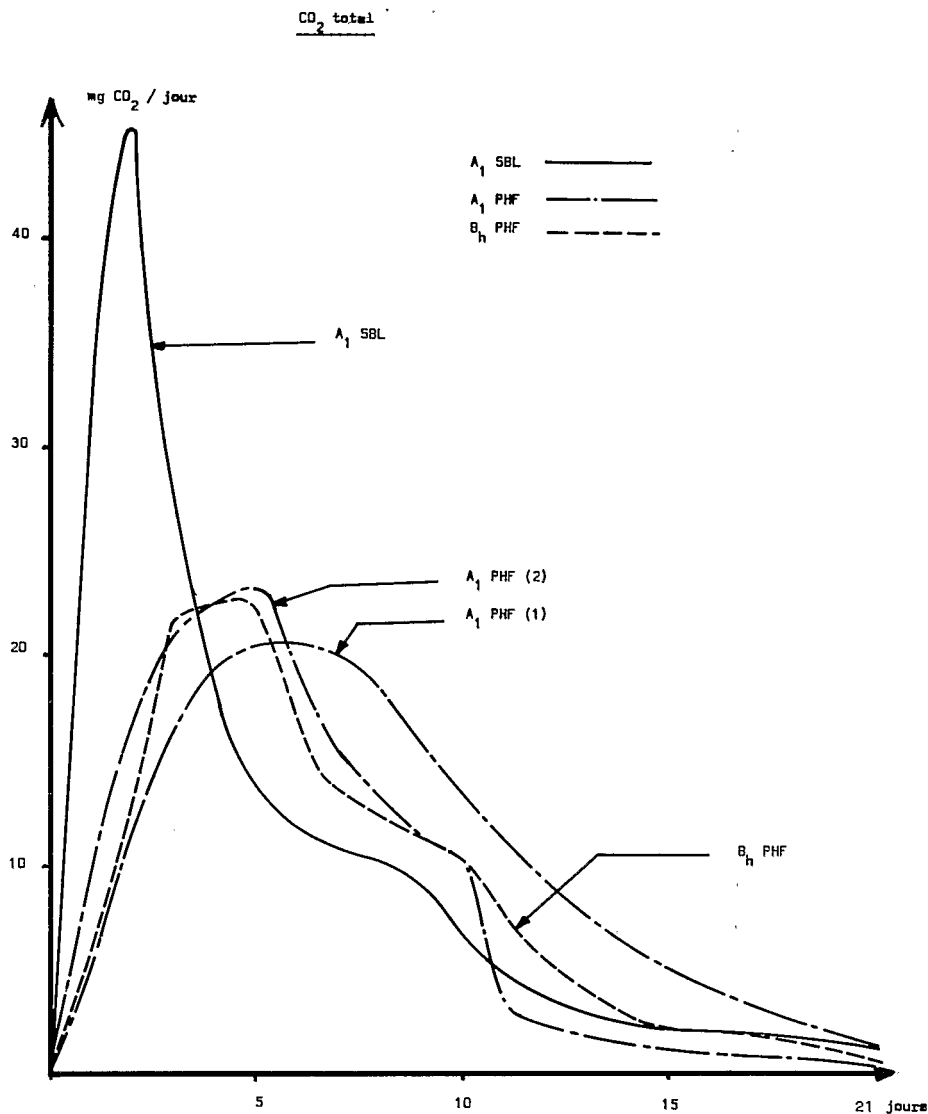


FIGURE IV. — *Mesure journalière du CO<sub>2</sub> dégagé*  
 (1) (2) résultats extrêmes obtenus pour six incubations

radioactif 1-5 correspond à un rapport  $\frac{\text{CO}_2}{^{14}\text{CO}_2}$  égal à 3 mais, étant donné la position privilégiée des carbones marqués, on peut s'attendre à une variation de la valeur de ce rapport au cours de la transformation du substrat avec une valeur inférieure à 3 en début d'expérience et supérieure à 3 en fin d'incubation.

On constate en effet (fig. VI) une variation de 2 à 4 de ce rapport dans les deux horizons A<sub>1</sub>. Le mull et le mor fournissent des courbes présentant un point d'inflexion dont la position dépend étroitement de la vitesse de dégagement du CO<sub>2</sub>; le mull minéralisant très vite l'acide citrique en CO<sub>2</sub>, la courbe atteint ce point d'inflexion et dépasse la valeur 3 du rapport  $\frac{\text{CO}_2}{^{14}\text{CO}_2}$  dès le 5<sup>e</sup> jour; dans le cas du mor, ce point n'est atteint que vers le 12<sup>e</sup> jour.

EVOLUTION DE L'ACIDE CITRIQUE

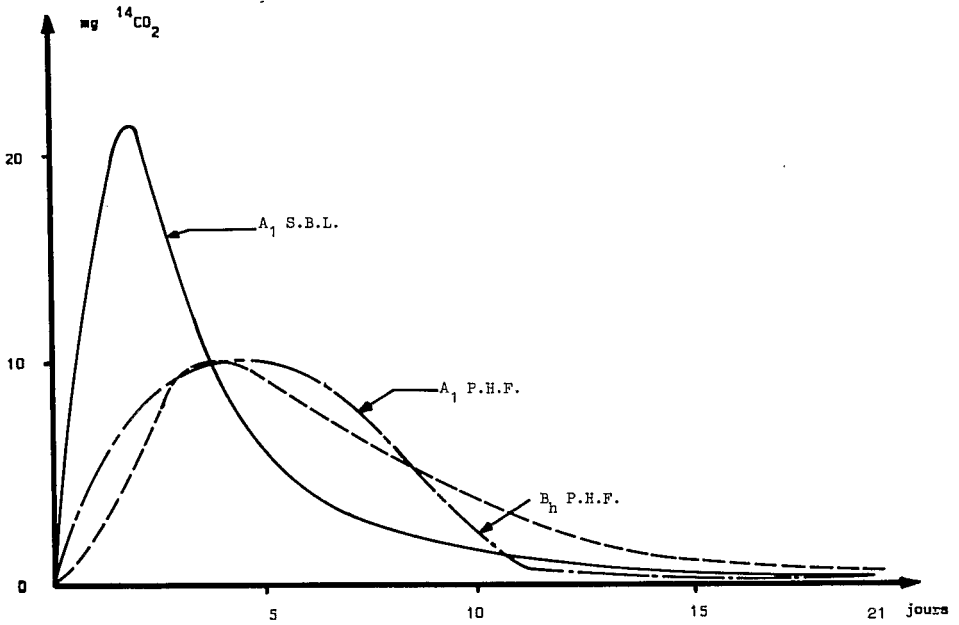


FIGURE V. — Mesure journalière du  $^{14}\text{CO}_2$  dégagé

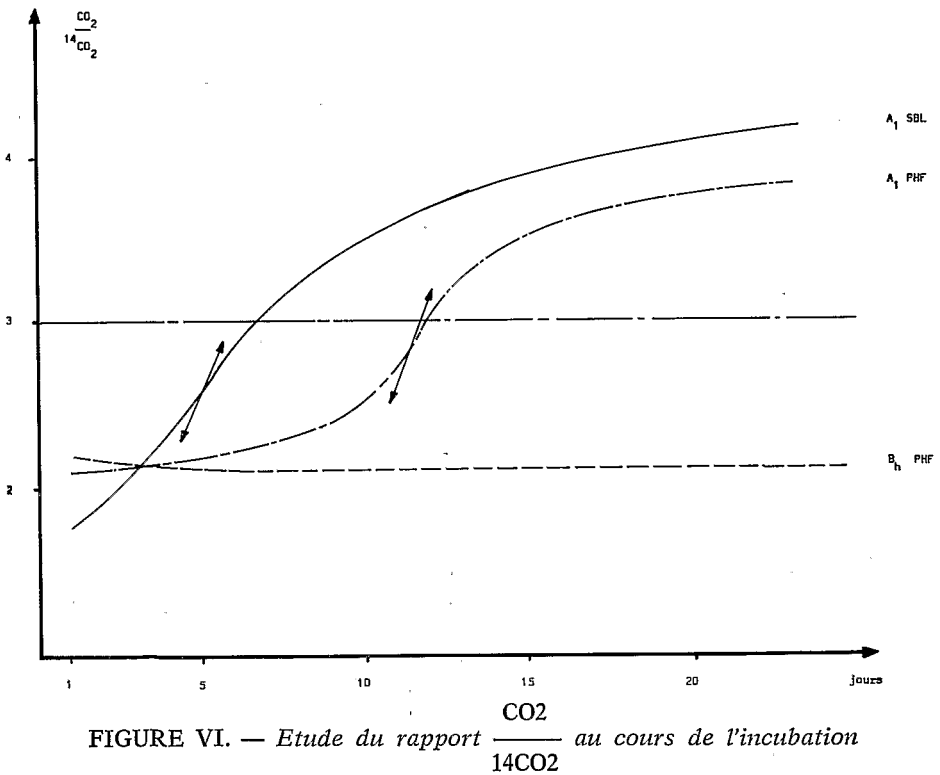


FIGURE VI. — Etude du rapport  $\frac{\text{CO}_2}{^{14}\text{CO}_2}$  au cours de l'incubation

En ce qui concerne l'horizon Bh de podzol, le rapport reste pratiquement constant pendant toute la durée de l'incubation avec des valeurs oscillant autour de 2. Dans ce cas, l'allure de la courbe permet de penser que l'acide citrique se transforme suivant un processus différent avec une dégradation de la molécule bloquée à un stade donné ; ce blocage pourrait être dû à une incorporation biochimique au sein d'une matière organique à minéralisation ultérieure beaucoup plus lente.

**4° Conclusion.**

La minéralisation de l'acide citrique en CO<sub>2</sub> permet de caractériser les horizons étudiés :

- dans le mull, la transformation extrêmement rapide de l'acide citrique entraîne sa disparition immédiate ;
- dans le mor et dans le Bh, la minéralisation en CO<sub>2</sub> est de beaucoup moins rapide et moins intense ;
- l'étude du rapport  $\frac{CO_2}{^{14}CO_2}$  incite à penser que la transformation de l'acide citrique suit des processus différents dans les horizons de surface par rapport à l'horizon d'accumulation.

**B. — Etude microbiologique.**

Les résultats obtenus (tableau 2) reflètent ceux donnés par l'étude respirométrique.

Si le mull montre une densité microbienne maximum entre le 1<sup>er</sup> et le 5<sup>e</sup> jour d'incubation, les horizons de podzol ont un maximum plus tardif, situé entre le 5<sup>e</sup> et le 10<sup>e</sup> jour ; on observe toutefois une microflore spécifique légèrement plus abondante dans le Bh que dans le A<sub>1</sub> de podzol. Ces numérations confirment les résultats obtenus précédemment par BRUCKERT et DOMMERGUES (1968).

TABLEAU 2. — *Nombre de microorganismes dégradant le citrate de fer (par gramme de sol sec)*

Sols et horizons	0 jour	5 jours	10 jours	21 jours
Sol brun lessivé A <sub>1</sub> (mull)	47,9 . 10 <sup>4</sup>	69,1 . 10 <sup>9</sup>	31,7 . 10 <sup>7</sup>	84,6 . 10 <sup>5</sup>
Podzol humo-ferrugineux A <sub>1</sub> (mor)	14,8 . 10 <sup>2</sup>	54,7 . 10 <sup>3</sup>	25,1 . 10 <sup>4</sup>	12,5 . 10 <sup>3</sup>
B <sub>h</sub>	15,9 . 10 <sup>2</sup>	18,3 . 10 <sup>4</sup>	64,7 . 10 <sup>4</sup>	39,0 . 10 <sup>3</sup>

**C. — ETUDE DE LA REPARTITION DE LA RADIOACTIVITE DANS LES DIFFERENTES FRACTIONS.**

**1° Fraction hydrosoluble.**

**a) Etude qualitative.**

Une séparation de la fraction hydrosoluble après 5 jours d'incubation en ses constituants acides, basiques et neutres, nous a montré que la radioactivité se retrouve presque uniquement au niveau des constituants acides. Les chromatographies sur papier de cette fraction nous ont permis de mettre en évidence les acides citrique, succinique, malique et oxalique avec une très nette dominance de l'acide citrique. Après autoradiographie, nous pouvons affirmer que la radioactivité au 5<sup>e</sup> jour se situe surtout au niveau de l'acide citrique (fig. VII). On peut donc conclure qu'au 5<sup>e</sup> jour d'incubation, la radioactivité restant au niveau de la fraction hydrosoluble correspond pratiquement à de l'acide citrique non dégradé.



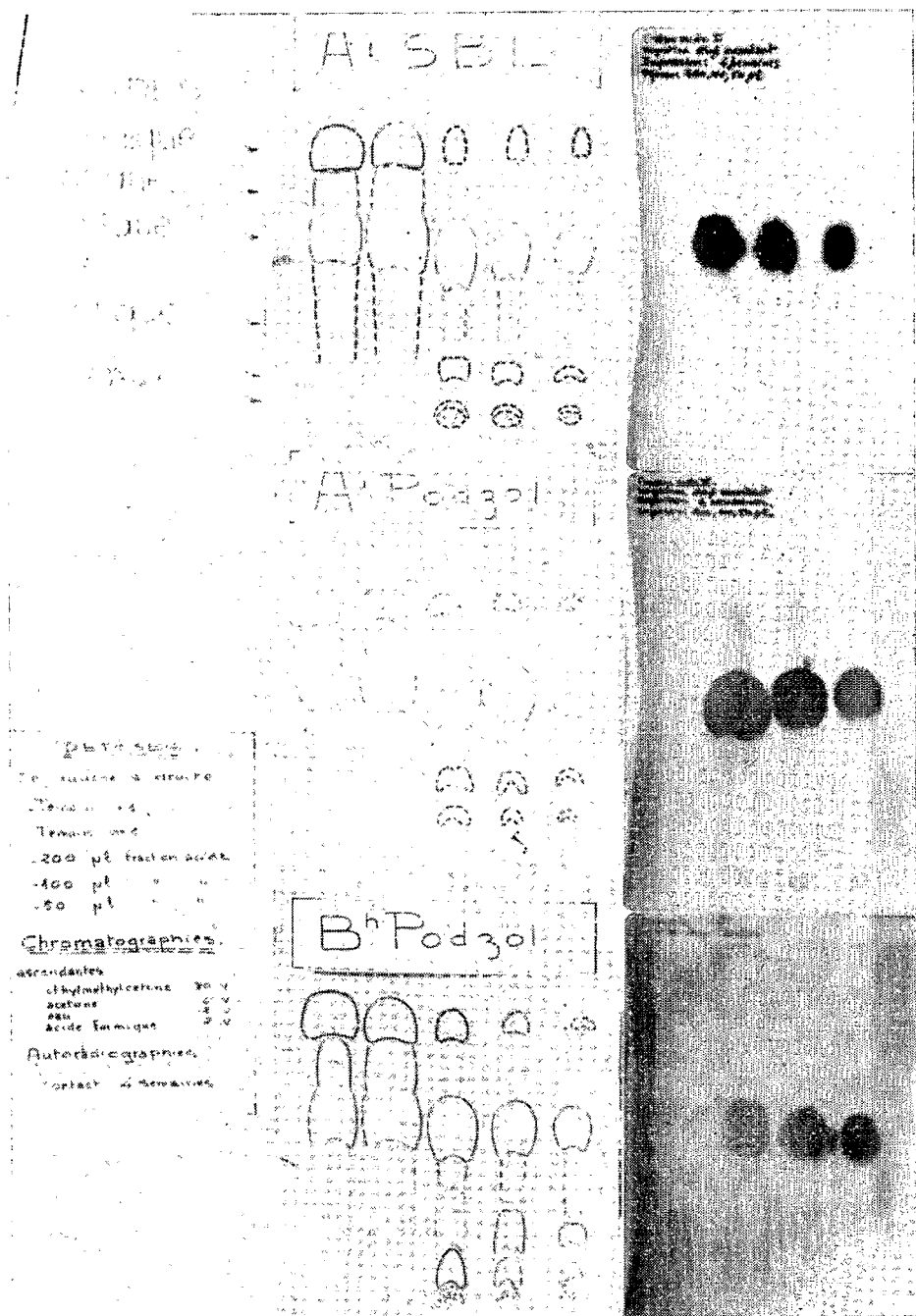
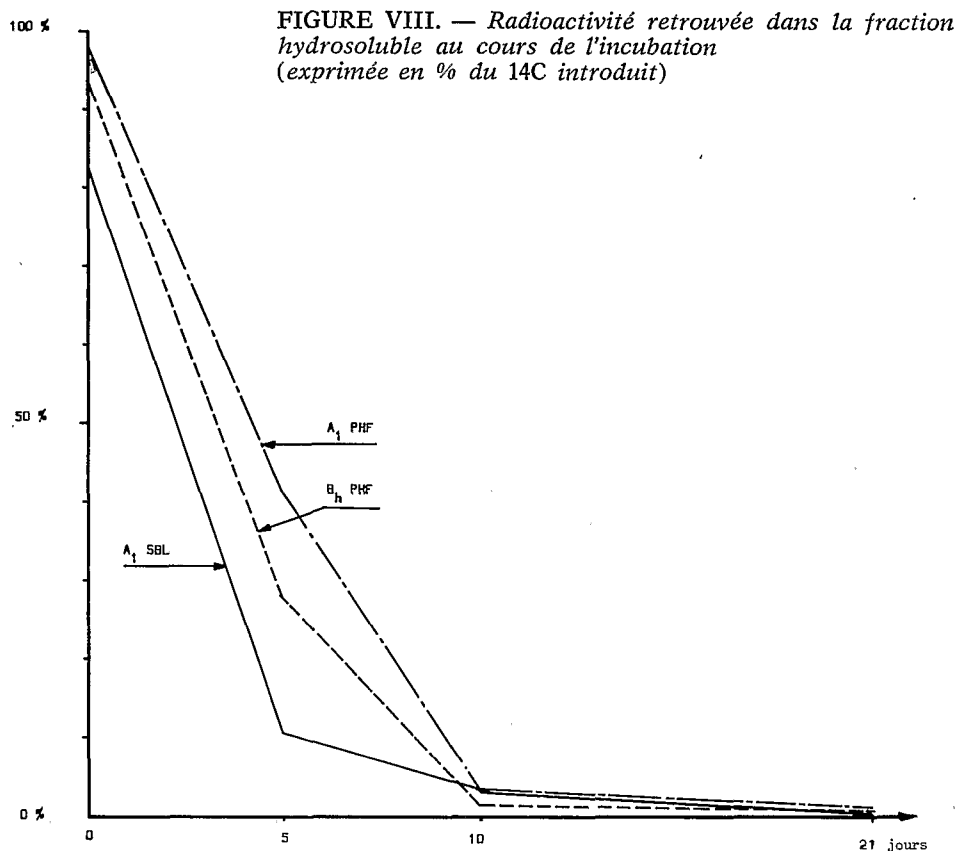


FIGURE VII. — Etude par chromatographie et autoradiographie de la fraction acide



#### a) Etude de la fraction hydrosoluble globale.

Les mesures de radioactivité effectuées à 0, 5, 10 et 21 jours sont exprimées à la figure VIII en pour cent du  $^{14}\text{C}$  introduit.

Le mull est caractérisé par une adsorption immédiate relativement importante atteignant 17 % au temps zéro (1/2 heure de contact entre le sol et l'acide). D'autre part, on observe une disparition extrêmement rapide de l'acide citrique dont on ne retrouve plus que 10,7 % sous forme soluble au bout de 5 jours.

A l'opposé, l'horizon A<sub>1</sub> de podzol présente une adsorption immédiate inférieure à 2 % et libère encore 41 % d'acide citrique soluble au 5<sup>e</sup> jour.

Enfin, si nous comparons les horizons A<sub>1</sub> et Bh du podzol, nous constatons que le Bh adsorbe et transforme nettement plus d'acide citrique que les A<sub>1</sub> pendant les 10 premiers jours d'incubation.

#### 2° Fractions humiques.

Dans cette étude, nous nous intéresserons tout d'abord à l'incorporation totale du  $^{14}\text{C}$  au sein de l'ensemble des fractions humiques, puis nous considérerons la répartition du  $^{14}\text{C}$  incorporé dans les acides fulviques, humiques et dans la fraction résiduelle.

##### a) Importance du $^{14}\text{C}$ incorporé par l'ensemble des fractions humiques.

Nous comparons aux divers stades d'incubation les processus d'incorporation de l'acide citrique dans les sols étudiés. Il est fort plausible d'admettre que l'incorporation à 0 jour (1/2 heure de contact sol-acide) correspond en majeure partie à une immobilisation physico-chimique. Au cours de l'incubation à 21° C, le développement plus ou moins intense d'une microflore dégradant les citrates favorise non seulement leur dégradation en CO<sub>2</sub> mais certainement aussi l'incorporation du  $^{14}\text{C}$  aux composés humiques ;

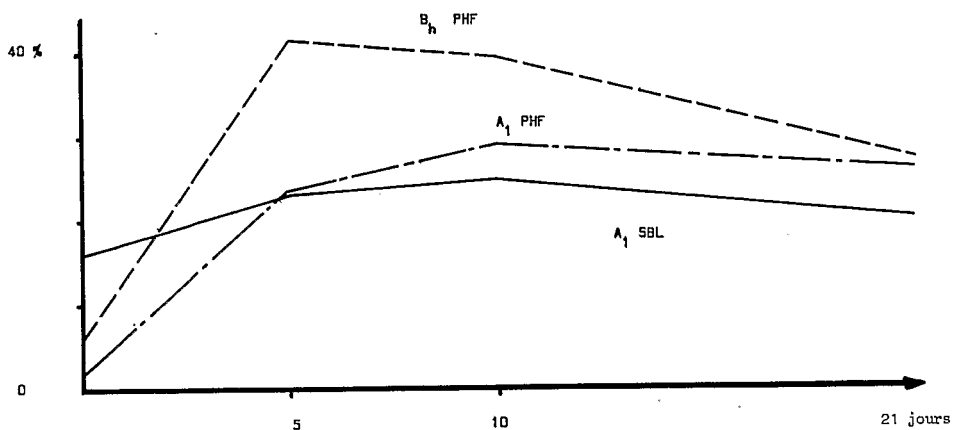


FIGURE IX. — Importance du  $^{14}\text{C}$  incorporé par l'ensemble des fractions humique (exprimé en % du  $^{14}\text{C}$  introduit)

on assiste alors à une augmentation du pourcentage de  $^{14}\text{C}$  incorporé jusqu'à un maximum puis cette valeur diminue indiquant une minéralisation ultérieure du  $^{14}\text{C}$  incorporé. Les résultats concernant les différents horizons sont reportés à la figure IX.

Au temps 0, l'incorporation physico-chimique du  $^{14}\text{C}$  aux composés humiques est très forte dans le mull, moyenne dans le Bh et faible dans le mor ; il est remarquable de constater que le mull et l'horizon Bh incorporent respectivement 8 et 3 fois plus de  $^{14}\text{C}$  que le mor.

Après 5 jours d'incubation à 21° C, le pourcentage de  $^{14}\text{C}$  incorporé par des processus physico-chimiques et biologiques est pratiquement maximum dans le cas du mull et du Bh ; par contre, dans le mor, l'incorporation demeure plus lente avec un maximum retardé au 10<sup>e</sup> jour.

On constate donc deux résultats importants :

— l'incorporation du  $^{14}\text{C}$  aux composés humiques d'un horizon Bh comparée à celle d'un horizon A<sub>1</sub> de podzol, progresse au moins deux fois plus vite et atteint dès le 5<sup>e</sup> jour un pourcentage deux fois plus élevé ;

— dans le mull, la très forte incorporation physico-chimique constatée à 0 jour, ne paraît pas se poursuivre par une incorporation biochimique importante ; cette faible incorporation apparente du  $^{14}\text{C}$  s'explique très bien par la grande activité biologique de cet horizon : d'une part, les micro-organismes minéralisent rapidement l'acide citrique en  $\text{CO}_2$  avec un dégagement maximum au 2<sup>e</sup> jour, et d'autre part, la microflore minéralise à nouveau le  $^{14}\text{C}$  incorporé (turn-over).

#### b) Répartition du $^{14}\text{C}$ dans les différentes fractions humiques.

Il nous a paru intéressant de préciser cette incorporation globale en étudiant la répartition du  $^{14}\text{C}$  dans les acides fulviques, humiques et la fraction non extractible (figure X).

Dans les trois horizons étudiés, le mécanisme de l'incorporation du  $^{14}\text{C}$  se déroule suivant le même schéma : l'anion citrique est fixé tout d'abord par les acides fulviques, puis au cours des différentes transformations du citrate, le  $^{14}\text{C}$  se répartit dans les acides humiques et la fraction non extractible. Nous pouvons admettre que le  $^{14}\text{C}$  migre très rapidement des acides fulviques vers la fraction non extractible, car au niveau des acides humiques, l'incorporation demeure relativement faible et varie peu au cours des 21 jours d'incubation.

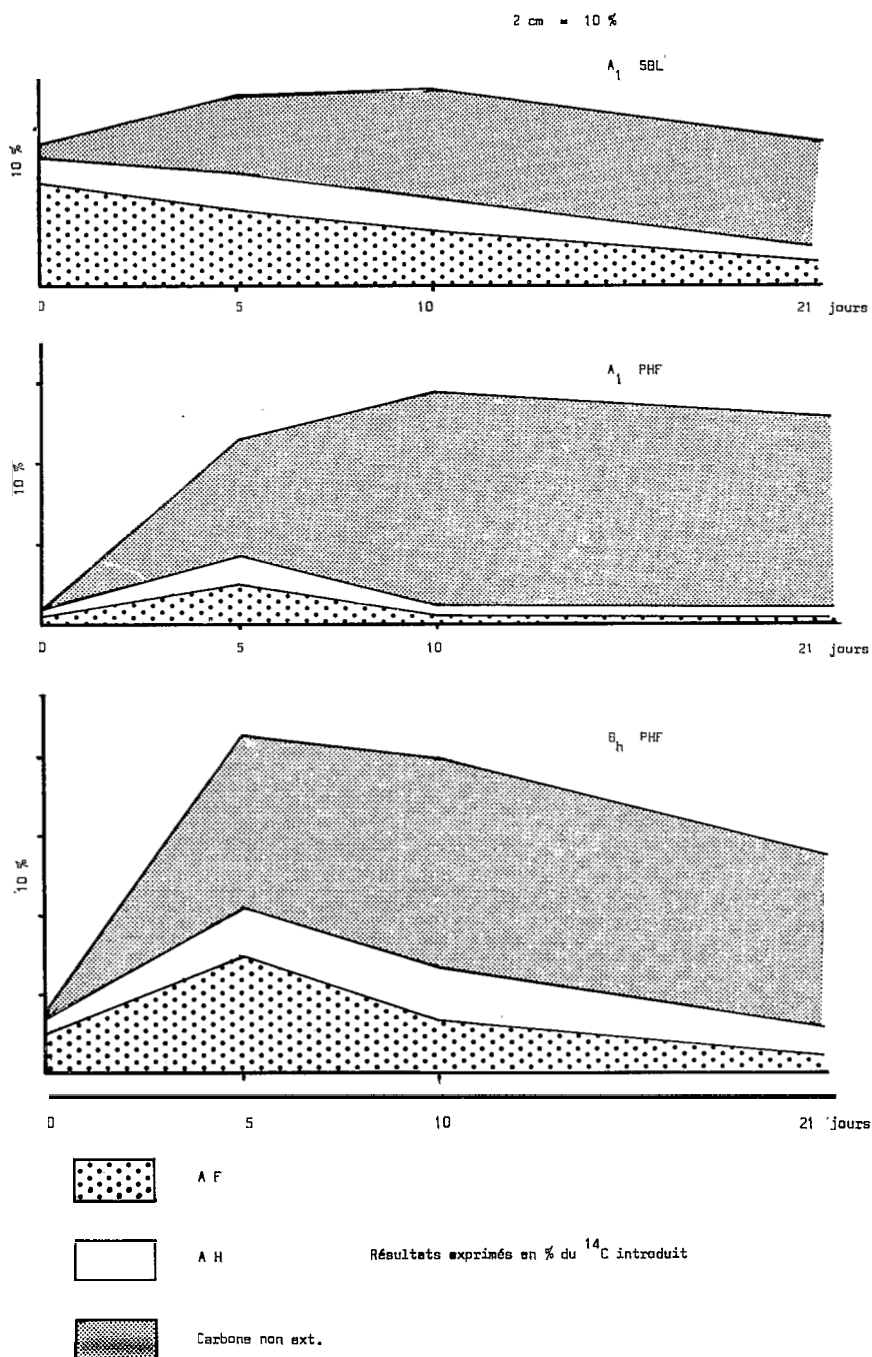


FIGURE X. — Répartition de la radioactivité dans les fractions organiques en % <sup>14</sup>C total

EVOLUTION DE L'ACIDE CITRIQUE

TABLEAU 3. — Répartition du  $^{14}\text{C}$  au cours de l'incubation, exprimée en % du  $^{14}\text{C}$  introduit

	0 jour	5 jours	10 jours	21 jours
$^{14}\text{CO}_2$	0	57,8	70,3	83,4
Hydrosolubles	83,3	10,7	3,5	0,3
$^{14}\text{C}$ incorporé	16,1	23,0	24,8	20,0

A<sub>1</sub> de SOL BRUN LESSIVE

	0 jour	5 jours	10 jours	21 jours
$^{14}\text{CO}_2$	0	39,4	67,80	71,40
Hydrosolubles	98,2	41,4	3,2	1,2

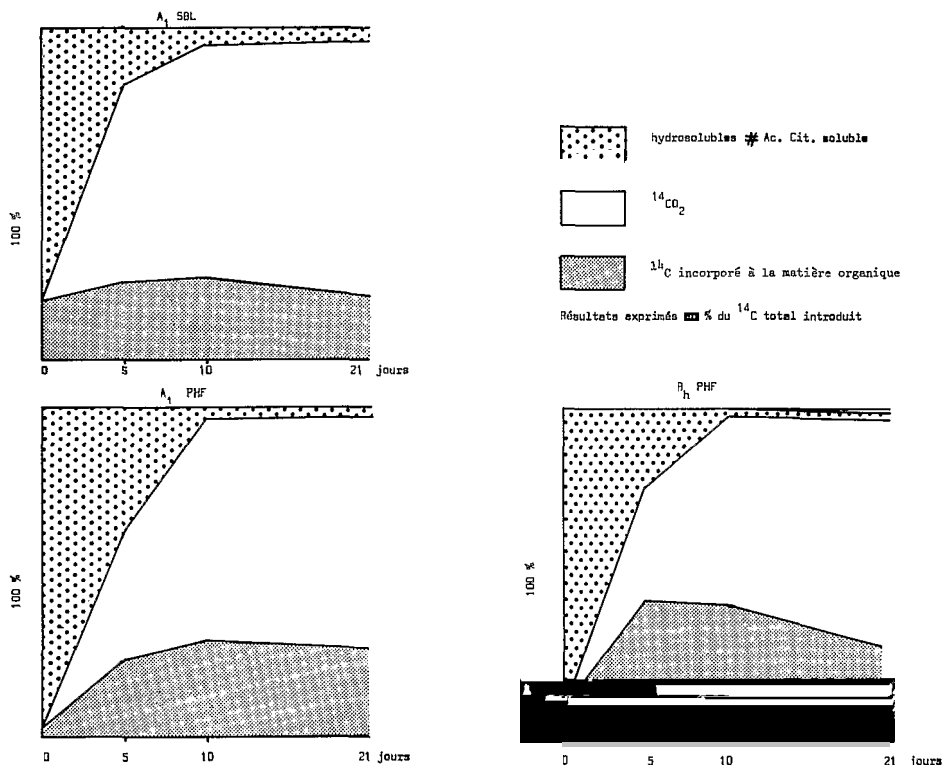


FIGURE XI. — Evolution de la répartition de la radioactivité en fonction du temps

— En ce qui concerne les horizons de podzol, l'acide citrique subit une minéralisation moins rapide. Toutefois, malgré un dégagement de  $\text{CO}_2$  très voisin dans le mor et le Bh, on observe une disparition nettement plus rapide de l'acide citrique dans l'horizon d'accumulation ; la différence fondamentale entre ces deux horizons réside en une incorporation très rapide de l'acide citrique à l'ensemble des fractions organiques au niveau du Bh alors que cette incorporation est beaucoup plus faible et surtout plus lente au niveau du A<sub>1</sub>.

En ce qui concerne les résultats obtenus, il convient d'effectuer deux remarques : au cours de notre expérience, acide citrique et sol restent en contact pendant toute la durée de l'incubation, or, dans les conditions naturelles, l'acide citrique est apporté par les eaux d'infiltration qui ne séjournent pas au niveau de l'horizon. D'autre part, les solutions de sol présentent une concentration en acide beaucoup plus faible que celle réalisée dans nos incubations. Aussi, paraît-il logique de donner un maximum d'importance aux résultats obtenus durant les 5 premiers jours et d'interpréter la dynamique de l'acide citrique dans les deux types de sols de la façon suivante :

— dans le sol brun lessivé, l'acide citrique provenant des extraits de litière ne peut migrer jusqu'aux horizons B car il subit immédiatement une fixation et une biodégradation dès l'horizon A<sub>1</sub>, quelle que soit sa concentration ;

— à l'opposé, dans le podzol humo-ferrugineux, cet acide peut migrer à travers les horizons éluviaux où il n'est que très faiblement fixé et transformé ; toute percolation, même de faible durée, pourra le soustraire à l'action des micro-organismes et l'entraîner vers les horizons d'accumulation. En Bh, l'anion citrate disparaît rapidement par minéralisation et surtout par incorporation aux substances humiques en libérant les cations éventuellement complexés lors de sa migration.

Reçu pour publication le 22 septembre 1969.

### Bibliographie

- BRUCKERT S., JACQUIN F. (1967). — Relation entre l'évolution des acides hydrosolubles de deux litières forestières et les processus pédogénétiques. Bull. E.N.S.A.N., 8, (2), 95-112.
- BRUCKERT S., DOMMERGUES Y. (1968). — Importance relative de l'immobilisation physico-chimique et de l'immobilisation biologique du fer dans les sols. Sci. du sol, 1, 19-27.
- DOMMERGUES Y., DUCHAUFFOUR Ph. (1966). — Etude expérimentale de la biodégradation de deux complexes organo-ferriques dans un sol à mor et dans un sol à mull. Sci du sol, 2, 65-76.
- GUCKERT A., ROGER P., JACQUIN F. (1968). — Contribution à l'utilisation des méthodes radioisotopiques pour l'étude de la matière organique du sol. Bull. E.N.S.A.N., 10 (2), 69-100.

### STUDY OF CITRIC ACID EVOLUTION IN A PODZOL AND IN A LEACHED BROWN SOIL

#### SUMMARY

*The evolution of  $^{14}\text{C}$  labelled citric acid is studied in podzol and in a leached brown soil by respirometric technics.*

*In the leached brown soil, the citric acid proceeding grow litter extracts cannot migrate down to B horizons because it is fixed immediately and biodegraded in A<sub>1</sub> horizon.*

*On the contrary, in the podzol, this anion can migrate down through A horizons where it is weakly fixed and transformed; in Bh horizon, the citric acid is mineralized and principally incorporated into the humic substances.*

# Étude de l'évolution de l'acide citrique dans un podzol humo-ferrugineux et dans un sol brun lessivé

**P. ROGER (\*), S. BRUCKERT, F. JACQUIN**

Centre de Pédologie du C.N.R.S. et Université de Nancy

25 MARS 1970

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 13871

---

(\*) Stagiaire de l'O.R.S.T.O.M.