

UNE METHODE SIMPLE D'ETUDE DE L'EFFET EXCITATEUR
(Priming Effect)

C. MOUREAUX (*) - Collaboration technique de A. SAMB

La détermination du gaz carbonique dégagé par le sol humidifié pendant un laps de temps conventionnel est couramment utilisée soit pour évaluer l'activité globale de la microflore tellurique (DEHERAIN et DEMOUSSY, 1896, POCHON et TARDIEUX, 1962), soit pour aboutir à un coefficient de minéralisation du carbone (DOMMERGUES, 1960).

Cette méthode ne fournit cependant aucun renseignement sur la fraction carbonée du sol lui-même dont la décomposition se trouve provoquée par un apport organique. La possibilité d'un tel processus, envisagée par LÖHNIS (1926), a été mise en évidence par les techniques utilisant le carbone radio-actif (BROADBENT et NORMAN, 1947) et désignée par les termes de priming effect ou priming action.

Ce phénomène très général se produit surtout dans les premiers jours consécutifs à l'enrichissement et la quantité de gaz carbonique dégagé provenant de la matière organique originelle du sol (à l'exclusion du CO₂ provenant de l'apport carboné) peut être plus que doublée (BINGEMAN et al, 1953, ARSJAD et GIDDENS, 1966); la mesure rigoureuse n'en est possible que par les techniques au carbone marqué, d'où la difficulté pratique de détermination en série.

La méthode exposée ici, facilement réalisable avec le matériel courant, tente de refléter ce phénomène de priming effect ou effet excitateur. On peut convenir d'appeler carbone mobilisable, le carbone correspondant à l'excédent de gaz carbonique dégagé par effet excitateur et carbone labile la somme du carbone minéralisable (incubation sans enrichissement selon DOMMERGUES, 1960) et du carbone mobilisable.

- Un indice de carbone labile totalise les coefficients de minéralisation :
- 1) du carbone minéralisable
 - 2) du carbone mobilisable.

Un tel indice est conventionnel puisqu'il correspond à une durée d'incubation déterminée.

Principe de la méthode :

Chaque échantillon de sol fait l'objet de 3 traitements pour lesquels on mesure le dégagement de CO₂ selon la technique exposée par DOMMERGUES (1960).

- 1) Sol témoin non enrichi. (100 g) A mg CO₂
- 2) 110 g sol + 1,5 g poudre végétale B mg CO₂
- 3) 100 g sol + 1,5 g poudre végétale C mg CO₂

(*) Adresse actuelle : C. MOUREAUX - Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR. R. S. T. O. M.

20 MAI 1969

Collection de Référence
n° 3198

Bio. Sol, n° 8, dec 1969, p. 14-18.

La poudre végétale employée (à raison de 1 g ou 1,5 g dans le sol et parfois 2 g) provient de folioles d'Acacia albida, séchées, puis finement broyées (70 microns) à rapport C/N de 17,3.

Les mesures du dégagement de gaz carbonique montrent très fréquemment, le poids de sol du 1er traitement étant le décuple de la différence entre les 2è et 3è traitements, que

$$B - C > \frac{A}{10}$$

Ceci peut s'interpréter en considérant B et C comme la somme des trois termes :

CO₂ min. = CO₂ minéralisé (DOMMERS, 1960)

CO₂ vég. = CO₂ provenant de l'attaque du végétal ajouté

CO₂ mob. = CO₂ provenant de la matière organique originelle du sol (carbone mobilisable) par effet excitateur.

$$\begin{aligned} (110 \text{ g sol} + \text{vég.}) \quad B &= \text{CO}_2 \text{ min. } (b_1) + \text{CO}_2 \text{ vég. } (b_2) + \text{CO}_2 \text{ mob. } (b_3) \\ (100 \text{ g sol} + \text{vég.}) \quad C &= \text{CO}_2 \text{ min. } (c_1) + \text{CO}_2 \text{ vég. } (c_2) + \text{CO}_2 \text{ mob. } (c_3) \end{aligned}$$

On obtient, par différence, en supposant que les quantités b₂ et c₂ provenant du végétal (les rapports d'enrichissement ne variant que de 1/10) sont les mêmes, ceci étant notre hypothèse de travail :

$$\begin{aligned} B - C &= b_1 - c_1 + b_3 - c_3 \\ &= \text{CO}_2 \text{ min. } (110 \text{ g} - 100 \text{ g}) + \text{CO}_2 \text{ mob. } (110 - 100 \text{ g}) \\ &= \text{CO}_2 \text{ min. } (10 \text{ g}) + \text{CO}_2 \text{ mob. } (10 \text{ g}) \end{aligned}$$

comme :

$$\text{CO}_2 \text{ min. } (10 \text{ g}) = \frac{A}{10}$$

il vient :

$$B - C = \frac{A}{10} + \text{CO}_2 \text{ mob. } (10 \text{ g})$$

d'où l'on tire :

$$\text{CO}_2 \text{ mob. } (100 \text{ g}) = 10 (B - C) - A$$

Validité de l'hypothèse b₂ = c₂

L'objection est possible que l'inégalité du gaz carbonique dégagé provenant du végétal en présence de la microflore, soit de 110 g, soit de 100 g de sol :

$$b_2 > c_2$$

puisse expliquer la différence :

$$10 (B - C) > A$$

Trois raisons devraient permettre d'écarter cette objection.

- Le même enrichissement (organique) se trouve en présence d'un nombre de germes plus élevé de 1/10 dans le cas de 110 g de sol, ce qui pourrait activer sa décomposition, mais ce facteur trouve une contrepartie dans la dilution plus forte de la poudre végétale dans 110 g de sol au lieu de 100 g, s'il est permis d'extrapoler la constance du rendement des cultures microbiennes en milieux liquides (MONOD, 1942), au milieu solide sol-poudre végétale.

- Quelques cas observés d'égalité :

$$10 (B-C) = A$$

interprétables par l'absence d'effet excitateur, même en certains sols riches, plaident également contre l'argument selon lequel l'attaque du matériel végétal, plus puissante dans le cas du mélange à une quantité de sol plus forte, serait à l'origine de la minéralisation excédentaire de carbone.

- On peut penser que l'hypothèse $b_2 = c_2$ n'est valable que si le rapport végétal/sol varie peu. La variation employée de 1/10 n'est-elle pas trop élevée ? Pour le savoir, on peut chercher la variation éventuelle de la valeur de b_2 (CO_2 provenant du végétal), lorsque l'on change le poids de sol.

Dans les égalités B et C qui précèdent, l'élimination des termes b_3 et c_3 (carbone mobilisable) permet de trouver, si l'hypothèse $b_2 = c_2$ est exacte :

$$b_2 = 11 C - 10 B$$

Cette valeur b_2 correspond aux poids de sol 110 et 100 g. Un calcul analogue sur des poids de sol différents (100 et 90 g) donne :

$$b'_2 = 10 C' - 9 B'$$

$$\begin{array}{l} B \text{ 110 g (+ végétal)} \\ C \text{ 100 g (+ végétal)} \end{array} \quad \text{--- } b_2 \quad \begin{array}{l} B' \text{ 100 g (+ végétal)} \\ C' \text{ 90 g (+ végétal)} \end{array} \quad \text{--- } b'_2$$

L'analyse statistique (10 répétitions) montre que b'_2 ne diffère pas de b_2 , ce qui appuie l'hypothèse excluant une minéralisation du végétal, plus active avec 110 g qu'avec 100 g de sol, qui fausserait par excès la valeur du carbone mobilisable.

On remarque que, dans le dernier sol, le gaz carbonique mobilisable est négatif :

$$10 (B-C) < A$$

C'est le seul cas de priming effect négatif trouvé ici, mais cette possibilité est signalée par ailleurs (BINGEMAN et al. 1953) : l'enrichissement organique ralentit au lieu d'accélérer la décomposition du stock organique originel du sol.

Conclusions -

La méthode proposée, bien que ne constituant qu'une approche de la valeur du carbone mobilisable du sol, c'est-à-dire du carbone minéralisable sous l'influence d'un apport organique par effet excitateur (priming effect), devrait néanmoins permettre l'évaluation de son importance relative en divers types de sols, très variable d'après les résultats obtenus et liée très probablement comme le coefficient de minéralisation du carbone, à l'évolution de l'humus.

Il apparaît déjà comme très probable que les sols subarides et ferrugineux tropicaux soient, d'une manière générale, affectés des coefficients de carbone mobilisable et labile les plus forts.

Au cours de la poursuite de ces recherches, il est prévu d'utiliser d'autres substances végétales à C/N plus élevé ainsi que de la poudre de cellulose.

RESULTS

SOLS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	CO ₂ min. (A) mg	B mg	C mg	Poids acacia en B & C	CO ₂ lab.mg 10(B-C)	CO ₂ mob. mg	Effet excitant	C ‰ sol	Coef. min. C	Coef. min. C mob.	Ind. C labile
Brun-rouge subaride Région Fleuve Sénégal	8,6	96,8	90,2	1 g	66,0	57,4**	667 %	2,4	0,98 %	6,52%	7,50 %
Brun subaride (N du Sénégal)	64,4	370,4	360,5	1,5g	99,0	34,6*	54 %	6,2	2,82 %	1,52%	4,34 %
Ferrugineux tropicaux (a)	60,1	433,8	418,0	2 g	158,0	97,9*	163 %	5,4	3,04 %	4,95%	7,99 %
Diors (Cap Vert) (b)	64,2	316,4	301,6	1,5g	148,0	83,8**	130 %	4,3	4,09 %	5,33%	9,42 %
Vertisol hydromorphe Fleuve Sénégal	12,5	208,6	206,4	1,5g	22,0	9,5**	76 %	4,6	0,74 %	0,56%	1,30 %
Vertisol lithomorphe (Cap Vert)	55,9	293,5	290,6	1,5g	29,0	-26,9**	-47 %	11,3	1,35 %		

Colonne 1 : dégagement de CO₂ en mg/100 g sol, sans enrichissement ou CO₂ min. Toutes les incubations sont de 48 h.

2 : dégagement de CO₂ pour 110 g de sol enrichi.

3 : dégagement de CO₂ pour 100 g de sol enrichi.

4 : enrichissement en B et C.

5 : CO₂ labile en mg/100 g sol = 10 (B-C) = CO₂ min. + CO₂ mob.

6 : CO₂ mobilisable en mg/100 g sol = 10 (B-C) - A.

7 : effet excitateur % : CO₂ mob. x 100/CO₂ min.

9 : coefficient de minéralisation du carbone = $\frac{CO_2 \text{ min.} \times 12}{C \text{ ‰} \times 44}$

10 : coefficient de minéralisation du carbone mobilisable = $\frac{CO_2 \text{ mob.} \times 12}{C \text{ ‰} \times 44}$

11 : indice de carbone labile : somme des deux coefficients précédents.

** valeurs significatives à P = 0,01

* valeurs significatives à P = 0,05

Références

- ARSJAD, S. & GIDDENS, J. - 1966 - Effect of added plant tissue on decomposition of soil organic matter under different wetting and drying cycles. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 30, 4, 457-460.
- BINGEMAN, C.W., VARNER, J.E. & MARTIN, W.P. - 1953 - The effect of addition of organic materials on the decomposition of an organic soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 17, 1, 34-38.
- BROADBENT, F.E. & NORMAN, A.G. - 1947 - Some factors affecting the availability of organic nitrogen in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 11, 264-267.
- DEHERAIN, M.P. & DEMOUSSY, M.E. - 1896 - Sur l'oxydation de la matière organique du Sol. Ann. Agron., XXII, 305-337.
- DOMMERGUES, Y. - 1960 - La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans les sols. Agron. Trop., 15, 54-60.
- LOHNIS, F. - 1926 - Nitrogen availability of green manures. Soil Sci., 22, 253-290.
- MONOD, J. - 1942 - Recherches sur la croissance des cultures bactériennes. Hermann, Paris, 211 p.
- POCHON, J. & TARDIEUX, P. - 1962 - Techniques d'analyse en Microbiologie du Sol. Ed. de La Tourelle, St Mandé, 108 p.