

CONVENTIONS  
SCIENCES DE LA VIE  
AGROPÉDOLOGIE

N° 30

1995

Facteurs de la fertilité et conditions de mise en valeur  
des sols ferrallitiques des massifs  
du Sud de la Grande Terre

Activité biologique totale des sols oxydiques

Premier cycle de culture

Bernard DENIS

Convention Province Sud / ORSTOM  
Avenant n°4 du 8 septembre 1994

CONVENTIONS  
SCIENCES DE LA VIE  
AGROPÉDOLOGIE

N° 30

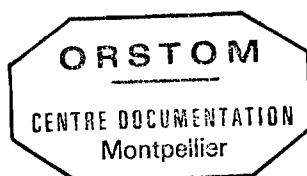
1995

Facteurs de la fertilité et conditions de mise en valeur  
des sols ferrallitiques des massifs  
du Sud de la Grande Terre

Activité biologique totale des sols oxydiques

Premier cycle de culture

Bernard DENIS



23 AVR. 1996

Convention Province Sud / ORSTOM  
Avenant n°4 du 8 septembre 1994



L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

Ø68  
PEDAPP  
DEN

4200076962  
24 FDI  
Noumea

ORMSTOM Documentation



010052130

F

© ORSTOM, Nouméa, 1995

/Denis, B.

Facteurs de la fertilité et conditions de mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Grande Terre. Activité biologique totale des sols oxydiques. Premier cycle de culture

Nouméa : ORSTOM. Octobre 1995. 26 p.  
*Conv. : Sci. Vie ; Agropédol. ; 30*

Ø68ANASOL

ACTIVITE BIOLOGIQUE ; SOL / NOUVELLE CALEDONIE ; PROVINCE SUD / SOL  
FERRALLITIQUE / OXYSOL

Imprimé par le Centre ORSTOM  
Octobre 1995

## **AVERTISSEMENT**

Ce rapport présente les résultats obtenus lors des mesures de "l'Activité Biologique Totale" (A.B.T.) des sols ferrallitiques ferritiques sur la parcelle expérimentale de Ouénarou.

Ces recherches ont été conduites au titre de l'avenant 4 de la Convention Province Sud - ORSTOM pour l'étude des facteurs de la fertilité et des conditions de mise en valeur des sols ferrallitiques ferritiques des massifs du Sud de la Grande Terre.

Ce travail a été réalisé par Bernard DENIS du Laboratoire d'Hydrophysique du Centre ORSTOM de Bondy, lors d'une mission effectuée du 30 octobre au 6 décembre 1994, avec la collaboration de William NIGOTE et Léon TAPUTUARAI du Laboratoire d'Agropédologie du Centre ORSTOM de Nouméa.

Par ailleurs, la publication de ce rapport a fait appel aux services de J.P. MERMOUD et N. GALAUD pour l'édition de l'ensemble.

## SOMMAIRE

<b>I - L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE TOTALE : DÉFINITIONS ; TECHNIQUES DE MESURES.....</b>	<b>4</b>
<b>II - POURQUOI INCLURE CETTE MESURE DANS L'ÉTUDE DES SOLS OXYDIQUES DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE ?.....</b>	<b>4</b>
21- Etudes préliminaires "in situ" en Nouvelle -Calédonie .....	4
22- Pourquoi inclure cette mesure dans l'étude des sols oxydiques ?.....	5
<b>III - TECHNIQUE DE MESURE UTILISÉE AU COURS DE CETTE ÉTUDE</b>	<b>5</b>
31- Appareillage.....	5
32- Technique de mesure.....	6
33- Calcul de la quantité de CO <sub>2</sub> dégagée.....	8
<b>IV - OBSERVATIONS ET MESURES RÉALISÉES AU COURS DE LA PREMIÈRE ANNÉE DE CULTURE.....</b>	<b>8</b>
41- Compléments méthodologiques.....	8
42- Choix des parcelles expérimentales.....	9
43- Mesures et prélèvements.....	9
<b>V - PREMIERS RÉSULTATS OBTENUS.....</b>	<b>10</b>
51- Test pour aider au choix des tubes de mesures.....	10
52- Mesure de l'activité respirométrique journalière - Comparaison avec les études précédemment réalisées en Nouvelle-Calédonie.....	11
53- Test de répétabilité.....	12
531- Premier test.....	12
532- Deuxième test.....	13
5321- JACHERE-TEMOIN (10 cloches).....	13
5322- PELOUSE (6 cloches).....	14
533- Troisième test.....	15
5331- HORIZON 0/10 cm.....	15
5332- HORIZON 10/20 cm.....	16
54- Résultats obtenus sur les parcelles avec et sans apport de matière organique . Comparaison avec le témoin.....	16
541- Effet d'une mise en culture (P4) par rapport à une parcelle témoin (TMH).....	16
542- Effet d'une mise en culture avec apport important de compost (P4 + CP) par rapport à une parcelle témoin (TMH).....	18
543- Effet d'une mise en culture avec apport de compost (P4 + CP) et sans apport de compost (P4).....	19
55- Résultats obtenus sur les parcelles amendées avec différentes doses de phosphore.....	20

<b>VI - PREMIÈRES CONCLUSIONS - PROPOSITIONS DE TRAVAIL POUR LA DEUXIÈME ANNÉE DE CULTURE.....</b>	<b>23</b>
<b>61- Réaliser des mesures sur les mêmes parcelles que celles précédemment retenues et cela après un deuxième cycle cultural complet.....</b>	<b>24</b>
<b>62- Apprécier "in situ" l'influence de la variation de certains paramètres comme l'humidité.....</b>	<b>24</b>
621- parcelle-témoin.....	24
622- parcelles cultivées.....	24
<b>VII - PROPOSITIONS DE TRAVAIL POUR LES DEUX ANNÉES DE CULTURE SUIVANTES (TROISIÈME ET QUATRIÈME).....</b>	<b>25</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>26</b>

## I - L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE TOTALE : DÉFINITIONS ; TECHNIQUES DE MESURES

Une étude bibliographique (DENIS *et al.*, 1992 ) a montré que la mesure du dégagement de CO<sub>2</sub> (appelé aussi "activité respirométrique") pouvait donner une idée assez précise de l'Activité Biologique Totale ( A.B.T.) - ou encore Activité Respirométrique - d'un sol.

Cette production de CO<sub>2</sub> est le fait d'une part de l'activité racinaire (respiration) d'autre part de l'action de la biomasse microbienne (minéralisation du carbone organique initial du sol ou du carbone ajouté par amendements organiques ou incorporation de résidus végétaux). Plusieurs études ont montré que la transformation du carbone du sol serait la principale source de production de CO<sub>2</sub>, la respiration racinaire pouvant être souvent considérée comme secondaire.

Il a été recommandé, déjà dans des études effectuées vers les années 1930, de réaliser ces mesures "in situ". Elles permettaient de prendre en compte les facteurs du milieu comme la température, l'humidité et la teneur en carbone, mais aussi les autres composantes physiques et chimiques du sol non remanié (organisation structurale, porosité,...etc...). Les études en laboratoire sont plus faciles à réaliser mais elles ont comme supports des échantillons de sol remaniés, détachés de leur contexte naturel. Elles ne sont pas à négliger mais ne peuvent permettre que des comparaisons entre échantillons avec une quasi impossibilité d'établir des liaisons avec la réalité du terrain.

Mais en fait peu de travaux ont été réalisés "in situ" parce que les mesures nécessitaient l'installation d'un système de captage du CO<sub>2</sub> puis de son dosage. Il était souvent impossible d'installer plusieurs postes de mesures (mesures comparatives au même moment). Actuellement un appareillage simple (cloche hermétique de volume connue) et surtout la possibilité de réaliser des mesures directes à l'aide d'une pompe tarée et de tubes contenant un réactif spécifique permettent d'obtenir des valeurs sur plusieurs parcelles en un laps de temps très court (une heure environ, au moment du dégagement de CO<sub>2</sub> le plus intense, pour une douzaine de situations proches et cela à l'aide de deux pompes).

## II - POURQUOI INCLURE CETTE MESURE DANS L'ÉTUDE DES SOLS OXYDIQUES DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE ?

Lors de la rédaction de la Convention, il a été proposé d'inclure la mesure de l'Activité Biologique Totale des sols (ou Activité Respirométrique) et le suivi de son évolution au cours des différentes années de culture. Cette proposition a été motivée par les résultats obtenus au cours d'études préliminaires "in situ" sur plusieurs sols du Territoire qui ont permis de fournir les raisons de ce choix.

### 21- Etudes préliminaires "in situ" en Nouvelle -Calédonie

Dans le cadre d'études menées d'abord aux Iles Fidji en 1975 et 1976 puis surtout en Nouvelle-Calédonie entre 1975 et 1985, tant sur des sols sous végétation naturelle lors de programmes de cartographie et d'études comparatives sur des sols, cultivés ou non, que sur des essais agronomiques suivis en collaboration étroite avec les Services Ruraux et le Centre de Recherche et d'Etudes Agronomiques de Nessadiou (vertisols, sols peu évolués d'apport et sols sodiques acides), des mesures de respirométrie "in situ" ont été réalisées.

Les résultats obtenus ont montré :

\*que les valeurs enregistrées pouvaient être très variables d'un sol à un autre (mesures réalisées pratiquement au même moment avec des conditions d'humidité et de

température que l'on pouvait considérer comme très voisines). Cela pouvait donc être très vraisemblablement lié à des variations en carbone total et en biomasse microbienne ;

\*que les valeurs étaient très différentes, pour un même sol, au cours d'une année et notamment en fin de saison sèche et fin de saison des pluies (influence très nette de l'humidité et secondairement de la température à teneur égale en matière organique et en biomasse microbienne totale) ;

\*que la mise en culture d'un sol entraînait généralement des variations importantes de l'activité respirométrique. Ces variations pouvaient être "négatives" comme cela a été constaté dans le sol peu évolué d'apport (diminution de près de la moitié de la valeur initiale après deux cycles culturaux avec un maintien au même niveau au cours des trois années suivantes), "positives" comme on a pu le mettre en évidence dans le vertisol modal de Pouembout (nette augmentation après le troisième cycle, lorsque la structure s'est nettement améliorée grâce au travail méthodique de préparation du sol, et maintien à un niveau très voisin au cours des deux cycles suivants) ;

\*qu'il nous est apparu également possible d'établir un parallélisme entre les valeurs respirométriques et l'augmentation de la fertilité globale du sol "visualisée" par les modifications éventuelles de certaines composantes du rendement d'une culture test (cas du vertisol de Pouembout par exemple).

## 22- Pourquoi inclure cette mesure dans l'étude des sols oxydiques ?

C'est parce que nous sommes arrivés à ces conclusions qu'il nous a semblé intéressant de prendre en compte ce paramètre biologique du sol dans les essais qui allaient être installés dans un autre type de sol du territoire, à savoir les sols oxydiques du Sud de la Grande Terre.

Cela nous a paru d'autant plus intéressant que cet essai :

\*était mis en place sur un sol nettement différent de ceux étudiés jusqu'alors. On pourra alors compléter les données acquises sur les sols du Territoire ;

\*était installé sur deux faciès d'un même sol - possédant des caractéristiques différentes - sur lesquels les mêmes traitements étaient appliqués.

\*comportait des traitements nettement tranchés tant sur le plan de la fertilisation (phosphorique notamment, avec 5 doses) que sur celui des apports d'amendements organiques (sans et avec 20 tonnes de compost).

\*devrait permettre de mener une étude plus complète de façon à mieux cerner les modifications occasionnées par la mise en culture sur les valeurs de ce paramètre en relation avec d'autres paramètres biologiques (biomasse microbienne et masse racinaire) physiques (densité, porosité, structure sur le terrain et au laboratoire) et agronomiques (composantes du rendement) et ainsi de voir comment cette mesure pouvait donner des indications sur l'évolution de la fertilité globale du sol.

## III - TECHNIQUE DE MESURE UTILISÉE AU COURS DE CETTE ÉTUDE

Nous avons retenu la méthode dite "de dégagement statique" (de JONG, 1979) qui consiste à mesurer la quantité de gaz carbonique produite pendant un temps déterminé pour une surface connue. Comme cela est indiqué au paragraphe 23, on choisit ensuite des unités de temps et de surface de façon à pouvoir comparer les valeurs obtenues en des lieux et des moments différents.

### 31- Appareillage

Il est simple puisqu'il est constitué d'une part d'une enceinte pour recueillir le gaz, d'autre part d'un système de mesure composé d'une pompe et d'un tube avec réactif spécifique.



a) L'enceinte en forme de cloche, comme la figure 1, ci-après, la représente, est constituée

\*par un cylindre en aluminium épais (2 à 3 mm) d'environ 30 cms de diamètre et 15 de haut. Un collerette de 4 cms de large et de 2 cms de haut (dimensions minimales - cf. "2.2 -Technique"). est soudée tout autour du cylindre.

\*par un "chapeau " conique également en aluminium . Il vient reposer au milieu de la collerette (ce qui entraîne un diamètre de base d'environ 34 cms) . Il comporte un orifice sommital cylindrique de 4 cms de diamètre et 3 cms de hauteur, fermé par un bouchon de caoutchouc percé de deux orifices. Dans l'un passe une tige terminée par un bouton vers le sommet - permettant de faire tourner cette tige - et par une plaque d'aluminium de 2 à 3 cms de haut et de 15 cms de long vers le bas . Dans l'autre passe un tube métallique en T inversé, de quelques mms de diamètre; à l'extérieur il se termine par un tube de caoutchouc collé sur le tube et comportant une pince de Mohr . Un autre orifice avec collerette de 1 à 2 cms de diamètre et 2 cms de haut est percé sur le pourtour du chapeau; il est fermé par un bouchon à travers lequel passe un thermomètre.

La surface extérieure est peinte en blanc pour éviter la surchauffe à l'intérieur de la cloche

Chaque cloche - qui est fabriquée de façon artisanale - n'a pas forcément le volume . On détermine le volume du cylindre par simple calcul . Quant au volume du couvercle conique, il est déterminé - tous les bouchons étant en place - par la méthode "dite au sable" (sable calibré à 1 mm en quantité suffisante; on en remplit le couvercle puis on mesure le volume utilisé à l'aide d'une éprouvette graduée).

b) Le système de mesure, fabriqué par la société DRAGER à Strasbourg, France, est composée

\*d'une pompe qui permet d'extraire, grâce à un système de contrôle simple et efficace, toujours la même quantité de gaz de l'enceinte (100 cc);

\*d'un tube en verre tout gradué d'environ 8 cms de longueur; il contient un réactif spécifique ( l'hydrazine dont la transformation est mise en évidence par un réactif coloré) destiné à doser le gaz carbonique contenu dans le volume de gaz extrait de l'enceinte. Il existe plusieurs tubes permettant de mesurer des concentrations différentes en gaz carbonique (de 1 à 100); cela est possible en jouant sur la concentration du réactif et sur le nombre de coup de pompe et donc sur le volume d'air passant à travers le tube.

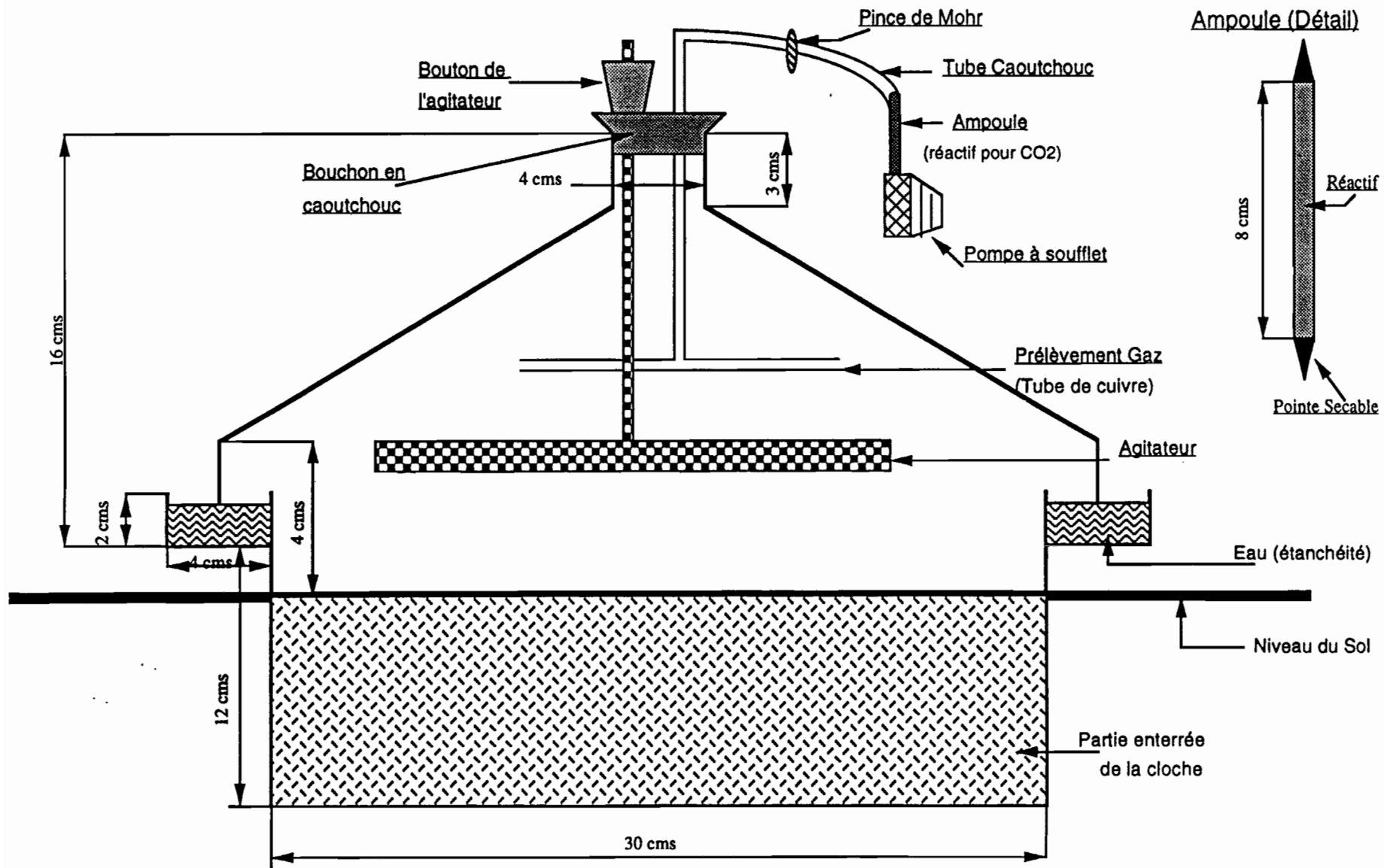
## 32- Technique de mesure

On dégage le sol de sa végétation en la coupant au ras de la surface.

On enfonce le cylindre jusqu'à 10 cms de profondeur (un trait-repère noir est tracé tout autour du cylindre). Cela se fait grâce à une massette de 2 kgs et d'une plaque de bois circulaire de 4 cms fabriquée en assemblant deux plaques de même épaisseur croisées à 90 degrés (plus de résistance) . On tape uniquement sur la partie en contact avec le cylindre métallique .

On pose le couvercle conique au milieu de la collerette.

On remplit d'eau la collerette (on évite ainsi le départ du gaz pendant la période de production de CO<sub>2</sub>).



On place, à côté de la cloche de mesure, deux thermomètres pour mesurer la température dans le sol à 5 et 10 cms de profondeur.

On laisse la production de CO<sub>2</sub> se réaliser pendant un laps de temps compris entre 30 et 60 cms (KOEPP, 1954a, b, c)

On homogénéise l'atmosphère de la cloche à l'aide de l'agitateur en aluminium. Puis on réalise la mesure (tube cassé aux deux extrémités et introduit dans le tube de caoutchouc et dans la pompe) en enlevant la pince de Mohr et en pompant autant de fois 100 cc qu'il est indiqué pour le tube utilisé . On effectue la lecture sur le tube gradué . On relève les différentes températures .

On prélève trois échantillons de sol autour de la cloche dans de petites boites en polypropylène (supportant 130°C et très résistantes) pour en déterminer l'humidité .(cf., différentes études indiquant l'importance de l'humidité et de la température) .

### 33- Calcul de la quantité de CO<sub>2</sub> dégagée

La formule utilisée pour calculer la production de gaz carbonique par mètre carré et par heure est la suivante :

$$\text{mg CO}_2 / \text{m}^2 / \text{heure} = ((C-c) * 1,964) / (1+aT) * V/100 * 60/t * 10.000 / S$$

dans laquelle les paramètres ont les significations suivantes :

- C** = Teneur en CO<sub>2</sub> de l'air de la cloche (en %) .
- c** = Teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphérique (en %) .
- V** = Volume d'air emprisonné dans la cloche (en ml) .
- S** = Surface de sol délimitée par le cylindre (en cm<sup>2</sup>) .
- t** = Temps compris entre le début du dégagement ( mise en place du couvercle de la cloche et le prélèvement de l'échantillon de gaz . ( en mn) .
- a** = Constante égale à 1/273 .
- T** = Température intérieure de la cloche en degré Celsius .

## IV - OBSERVATIONS ET MESURES RÉALISÉES AU COURS DE LA PREMIÈRE ANNÉE DE CULTURE

Deux objectifs prioritaires avaient été définis pour cette première mission :

- \*confirmer certains paramètres méthodologiques pour réaliser les mesures "in situ" dans les meilleures conditions;
- \*\*réaliser la première campagne de mesures sur les parcelles choisies en tenant compte des autres observations et mesures qui avaient pu y être réalisées à la même période (fin de cycle végétatif).

### 41- Compléments méthodologiques

Il s'est avéré nécessaire d'étudier les points suivants :

\* avoir une idée du dégagement possible dans ces sols, sous végétation naturelle et cultivés, pour le choix des tubes réactifs adaptés à la situation (4 échelles et donc 4 précisions de mesures sont proposées) ;

\* suivre l'évolution des valeurs respirométriques sur une journée pour confirmer le choix du moment pour des mesures comparatives entre parcelles ayant reçu des traitements différents ;

\* avoir une idée de la précision que l'on pouvait attendre de telles mesures biologiques "in situ" en réalisant, à plusieurs moments d'une même journée, plusieurs mesures instantanées. Cela débouchait sur le nombre de mesures nécessaires pour avoir un coefficient de variation aussi faible que possible compte tenu, bien évidemment, des impératifs techniques (laps de temps incompressible entre deux mesures et donc nombre forcément limité de mesures au cours de la même heure).

## 42- Choix des parcelles expérimentales

Un certain nombre de parcelles avaient été retenues sur cet essai par le Laboratoire d'Agropédologie de l'ORSTOM de Nouméa afin de réaliser des observations et des mesures sur le terrain et au laboratoire. C'est Emmanuel BOURDON qui s'occupait de l'examen des profils culturaux et des mesures physiques de terrain ainsi que des prélèvements de sols pour analyses au laboratoire. C'est Thierry BECQUER qui travaillait sur les problèmes de lixiviation des éléments fertilisants et notamment de l'Azote.

Il était très important d'effectuer des mesures respirométriques et de prélever des échantillons de sols non seulement sur les mêmes parcelles mais à proximité des mêmes profils culturaux de façon à opérer dans les mêmes volumes de sols définis lors de l'examen morphologique de ces profils. Il serait alors possible d'étudier les relations éventuelles pouvant exister entre les différents paramètres mesurés en ces endroits précis (y compris les composantes du rendement pour faire la liaison entre le sol et la plante).

C'est ainsi qu'ont été retenues les parcelles "P4" et "P4+CP" dans les deux faciès et les parcelles sous végétation naturelle situées aux limites supérieure et inférieure de l'essai. Il s'agissait alors de comparer, pour chaque faciès,

\*l'effet d'une mise en culture (P4) par rapport à une parcelle témoin (TMH = Témoin Maquis Haut ou TMB = Témoin Maquis Bas) ;

\*l'effet d'une mise en culture avec apport de compost (P4+CP) ou sans apport de compost (P4);

\*l'effet d'un apport important de compost (P4+CP) par rapport à un sol en "équilibre naturel" (TMH ou TMB).

Il était aussi possible, compte tenu des caractéristiques spécifiques de chaque faciès, de comparer les deux parcelles similaires de chacun d'entre eux.

Nous avons retenu également, pour tenter de voir l'action éventuelle d'une fertilisation minérale croissante en phosphore, deux éléments du carré latin de l'essai "doses croissantes de phosphore" situés dans la moitié supérieure du dit-essai. Nous avons retenu les parcelles ayant reçu les doses P2, P6 et P10 pour avoir des traitements suffisamment différenciés.

## 43- Mesures et prélèvements

Etant donné que le but de cette étude est triple à savoir :

\*avoir une idée suffisamment précise des valeurs respirométriques de ces sols c'est à dire de leur activité biologique totale actuelle;

\*suivre les modifications de ces productions de CO<sub>2</sub> ;

**\*étudier les paramètres qui pouvaient la modifier ;**

Les mesures et prélèvements suivants ont été réalisés pour chacune des parcelles retenues :

- a) quantités de CO<sub>2</sub> produites pour une surface et un temps donnés (par m<sup>2</sup> et par heure) à deux niveaux (0/10 et 10/20 cm) ;
- b) températures du sol à 3 profondeurs ;
- c) prélèvements pour mesurer les humidités pondérales ;
- d) prélèvements pour déterminer la biomasse microbienne;
- e) prélèvements pour déterminer le carbone organique sur le sol total et sur les différentes fractions granulométriques constituant le sol (entre 0 et 2 mm) ;
- f) prélèvements pour déterminer les masses racinaires dans le volume utilisé pour le dégagement de CO<sub>2</sub> et cela à deux profondeurs ;
- g) prélèvements d'échantillons de sols non perturbés pour mesurer les modifications de la structure (granulométrie des agrégats entre 0 et 5 mm et caractéristiques hydrophysiques comme la réserve en eau utile, les porosités, etc...)

## **V - PREMIERS RÉSULTATS OBTENUS**

Dans ce chapitre seront donnés des résultats déjà élaborés ainsi que les premières conclusions qu'il a été possible d'en tirer.

L'ensemble des résultats, présentés sous forme de tableaux récapitulatifs ou de diagrammes divers, seront mis en annexe d'un second rapport. Dans ce dernier seront aussi fournis les résultats concernant certaines déterminations complémentaires comme la biomasse microbienne, les masses racinaires, la répartition granulométrique des agrégats,...etc... En effet ces dernières ne sont pas encore achevées. Dans ce dernier seront également exposées des conclusions plus complètes faisant intervenir les valeurs des analyses et mesures non encore obtenues.

Nous donnons à titre indicatif, chaque fois que cela s'avère intéressant pour commenter ces premiers résultats, certaines données calculées concernant les températures et les humidités du sol au moment des mesures d'activité respirométrique. Mais nous ne les utiliserons pas dans les premières interprétations que nous fournissons dans ce rapport.

### **51- Test pour aider au choix des tubes de mesures**

Les tubes DRAGER, qui permettent de réaliser des mesures "in situ" de la quantité de gaz carbonique produit par la minéralisation du carbone total du sol sous l'action de la biomasse microbienne et la respiration du système racinaire, peuvent permettre de mesurer des concentrations différentes de ce gaz dans l'air d'une cloche hermétique.

Ainsi l'on peut mesurer des quantités de CO<sub>2</sub> comprises entre 100 ppm et 20 % du volume d'air de la cloche. Pour cela il y a des concentrations différentes de réactif dans les tubes et aussi des volumes d'air variables à faire passer à travers ce dernier (nombre de coups de pompe calibrée de 100 cc ).

Pour ne pas être surpris au cours d'une campagne de mesures, il est nécessaire d'avoir les tubes adaptés sinon à chaque parcelle, du moins à chaque groupe de parcelles ou de sols.

C'est la raison pour laquelle nous avons réalisé une quinzaine de mesures sur des parcelles ayant reçu des traitements différents, avec différentes humidités et sous des végétations différentes (sur le rang et dans l'inter-rang d'une culture de maïs par exemple).

Cela nous a permis de constater que les valeurs obtenues, entre 12 heures et 13 heures 30 [période de la journée où le dégagement de  $\text{CO}_2$  est maxima (CF. § 2)] pouvaient osciller entre 300 et 1500 mg de  $\text{CO}_2$  par  $\text{m}^2$  et par heure. Ceci correspondait à des teneurs, en % de  $\text{CO}_2$ , allant de 0.12 % (1200 ppm) et 0.80 %.

**Nous avons donc choisi les deux séries de tubes suivantes :**

$$100 < X < 3000 \text{ ppm}$$

$$0.1 < X < 1,2 \%$$

avec la certitude que nous pourrions mesurer des concentrations supérieures à 1,2 % puisque le tube permettant de mesurer cette dernière fournit aussi la possibilité de mesurer entre 1,2 et 6 % en ne donnant qu'un seul coup de pompe au lieu de 5. Ce tube a en effet deux séries de graduations.

## **52- Mesure de l'activité respirométrique journalière - Comparaison avec les études précédemment réalisées en Nouvelle-Calédonie**

Au cours des études menées entre 1978 et 1985, une étude méthodologique avait été réalisée sur 4 sols différents de Nouvelle-Calédonie afin de mesurer le dégagement de  $\text{CO}_2$  au cours d'une journée. Cela devait permettre de déterminer l'intervalle de temps au cours duquel l'activité respirométrique était la plus intense. Ce dernier serait alors retenu comme le moment le plus propice pour effectuer des mesures comparatives soit entre plusieurs sols soit entre plusieurs traitements agronomiques sur un même sol.

Les différents histogrammes journaliers laissent nettement apparaître que la période d'activité la plus intense se situait entre 11 heures 30 / 12 heures et 13 heures 30 / 14 heures. Ces résultats s'étaient révélés être eux-mêmes en concordance avec ceux acquis en zone tropicale notamment par HILGER (1963).

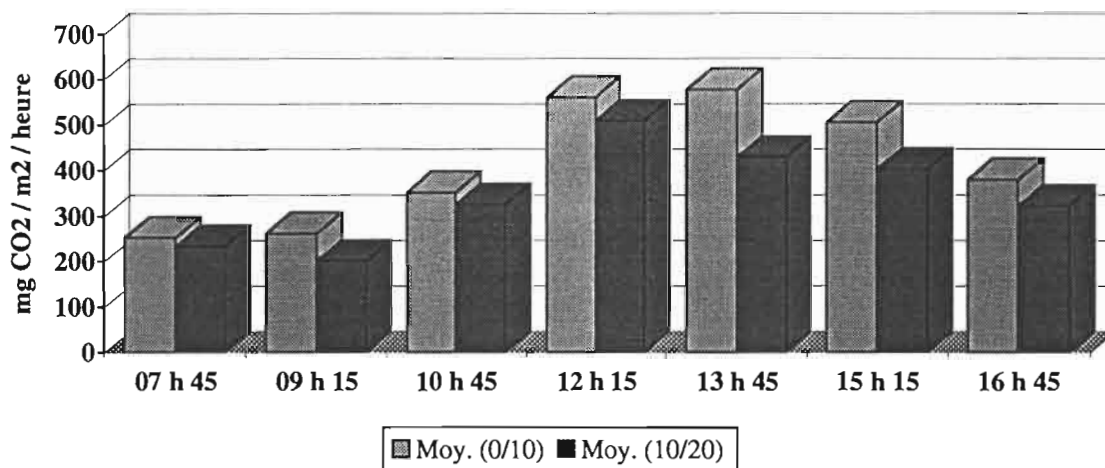
Avant de commencer les mesures sur les sols oxidiques, il est apparu important de réaliser la même série de mesures sur une journée d'une part pour avoir une idée de l'activité respirométrique sur un sol "en équilibre" sous végétation naturelle, d'autre part pour confirmer que la période jusqu'alors retenue.

Pour mener à bien ces mesures a été retenue une parcelle du maquis minier, située sous la parcelle expérimentale (TMB), préparée pour mettre en place des plantations arbustives avec alternance de bandes défrichées et de bandes sous végétation naturelle. Huit cloches ont été installées tous les 3 à 4 mètres sur deux bandes sous végétation naturelle ; 5 en surface (0/10 cm) et 3 dans la couche sous-jacente (10/20 cm).

Pour cela la végétation est coupée au ras du sol sur un carré de 50\*50 cm ; puis on enfonce le cylindre de chaque cloche sur 10 cm de profondeur. Les couvercles sont mis en place toutes les 10 minutes. On laisse dégager le gaz carbonique pendant 60 minutes et on effectue les mesures à l'aide de la pompe calibrée (deux pompes ont permis de mener à bien ce travail dans un laps de temps réduit ). Le calcul de la quantité dégagée est réalisée en tenant compte de la valeur lue sur le tube, du temps de dégagement, de la surface et du volume de la cloche ainsi que de la température à l'intérieur de cette dernière. Les mesures sont exprimés en mg de  $\text{CO}_2$  par  $\text{m}^2$  et par heure.

Sur le graphique 1, ci-après, on retrouve un histogramme très proche, dans sa forme, à celle de ceux qui ont été obtenus au cours des études réalisées sur les autres sols calédoniens (DENIS *et al.*, 1992). La période d'activité la plus intense se situe bien entre 12 heures et 14 heures, quelle que soit le niveau considéré.

### Activité respirométrique - Moyennes des couches (0/10) et (10/20) -



En conclusion il s'avère donc nécessaire de réaliser les mesures pendant cette période (11 heures 30 à 14 heures), pour avoir soit les valeurs absolues les plus importantes (mesures relatives aux tests de répétabilité - § 43), soit les plus grandes différences possibles entre les valeurs mesurées après différents traitements (comparaisons entre parcelles avec ou sans matière organique et avec des doses croissantes d'amendements phosphoriques - § 44 et 445).

### 53- Test de répétabilité

Il est apparu souhaitable de compléter les résultats obtenus au cours des études méthodologiques réalisées au cours des années 1978/1985 (DENIS *et al.*, 1992). Cela concerne notamment la répétabilité de ce type de mesures "in situ".

Certes il avait déjà été montré qu'avec 3 mesures sur le même site, au même moment d'une même journée, on pouvait calculer une moyenne dont la valeur semblait rendre compte de cette réalité biologique de terrain et permettre de comparer des valeurs avec suffisamment de précision. Mais il n'était pas très judicieux de calculer un coefficient de variation significatif avec trois mesures, ni de savoir si l'on pouvait avoir une précision plus satisfaisante en réalisant des mesures avec un nombre de cloches supérieur à trois.

C'est la raison pour laquelle trois séries de mesures ont été effectuées, la première sous maquis minier du bas, la seconde conjointement sous maquis minier du bas et sur pelouse en bordure de l'essai, la troisième sous maquis minier du haut. Ces mesures ont été réalisées dans les mêmes conditions c'est à dire notamment entre 11 heures 30 et 13 heures 30 (comme cela avait été conseillé à la suite des études précédentes et confirmé par la mesure de l'activité respirométrique journalière dans ces sols ferrallitiques sur la parcelle-témoin du maquis du bas - § 42).

### 531- Premier test

Dans la même parcelle du maquis minier du bas que celle sur laquelle les mesures du §42 ont été faites, 10 cloches ont été installées tous les 3 à 4 mètres sur deux bandes sous

végétation naturelle. Les mesures sont réalisées dans les mêmes conditions techniques que précédemment.

### Respirométrie

**Moyenne = 427 mg de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> et par heure.**

**Coefficient de variation (C.V.%) = 10,18 %**

**Limite de la fourchette (avec probabilité de 95 %) = 340 < x < 514**

Humidités 0/10 cm	Moyenne = 27,9 %	Coefficient de variation = 7,0 %
Humidités 10/20 cm	Moyenne = 26,8 %	Coefficient de variation = 12,3 %
T°C (- 5 cm)	Moyenne = 24,5 °C	Coefficient de variation = 3,4 %
T°C (-10 cm)	Moyenne = 22,7 °C	Coefficient de variation = 2,7 %
T°C (- 15 cm)	Moyenne = 21,2 °C	Coefficient de variation = 1,5 %

Le coefficient de variation concernant ces dix premières mesures de l'activité respirométrique apparaît bon pour des mesures "in situ" d'autant que la lecture sur le tube n'est pas toujours très aisée (limite du réactif parfois diffuse) et que les facteurs qui multiplient cette valeur sont grands (volume et surface de la cloche notamment). Dans le rapport définitif nous réaliserons une étude plus complète sur ce problème du nombre de cloches.

Les coefficients de variation concernant la température et l'humidité du sol sont satisfaisants, à l'exception de celui de l'horizon inférieur qui semble trop élevé. Il faudra porter une attention particulière aux prélèvements (nombre et volume) permettant de calculer l'humidité pondérale, surtout si une étude plus précise montre que de faibles variations d'humidité ont une influence non négligeable sur les valeurs de l'activité respirométrique.

### 532- Deuxième test

Sur deux bandes identiques à celles utilisées en (a) ont été installées les 10 mêmes cloches. Pour réaliser une première comparaison entre une parcelle témoin et une parcelle travaillée mais non cultivée, 6 cloches ont été mises en place sur la partie inférieure gauche de la pelouse qui entoure l'essai (bas du carré latin).

Les mesures ont été réalisées dans les mêmes conditions et pendant la même période de la journée et la même durée grâce aux deux pompes DRAGER. Les résultats suivants ont été obtenus :

#### 5321- JACHERE-TEMOIN (10 cloches)

### Respirométrie

**Moyenne = 389 mg de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> et par heure.**

**Coefficient de variation (C.V.%) = 26 %**

**Limite de la fourchette (avec probabilité de 95 %) = 263 < x < 515**



Humidités 0/10 cm	Moyenne = 38,3 %	Coefficient de variation = 7,6 %
	Fourchette (avec probabilité de 95 %) = $35,4 < x < 41,2$	
Humidités 10/20 cm	Moyenne = 36,5 %	Coefficient de variation = 10,2 %
	Fourchette (avec probabilité de 95 %) = $30,5 < x < 42,6$	
T°C (- 5 cm)	Moyenne = 25,4 °C	Coefficient de variation = 3,7 %
	Fourchette (avec probabilité de 95 %) = $23,5 < x < 27,3$	
T°C (- 10 cm)	Moyenne = 23,3 °C	Coefficient de variation = 4,1 %
	Fourchette (avec probabilité de 95 %) = $21,4 < x < 25,2$	
T°C (- 15 cm)	Moyenne = 21,7 °C	Coefficient de variation = 2,4 %
	Fourchette (avec probabilité de 95 %) = $20,7 < x < 22,7$	

La valeur moyenne de l'activité respirométrique calculée sur 10 mesures est très proche de celle du test précédent (389 au lieu de 427), ce qui est très encourageant. Par contre le coefficient de variation est plus élevé (26 % au lieu de 10 %). Cependant il ne faut pas s'alarmer de cette augmentation car cela peut être lié d'une part à la variation spatiale d'une part du taux de carbone total, d'autre part à celle de la biomasse microbienne, enfin à celle de la masse racinaire. Il faudra attendre l'étude des corrélations entre l'activité respirométrique et ces trois caractéristiques pour porter une appréciation plus étayée sur ces variations.

En ce qui concerne les humidités dans les couches 0/10 et 10/20 cm et les températures à 5, 10, et 15 cm de profondeur, on constate (cf tableau 1 ci-dessous) :

\*que les valeurs absolues des températures sont très proches en dépit d'une humidité plus importantes (irrigation et pluies entre les deux journées de mesure) ;

\*que les coefficients de variations sont faibles et également très proches pour un même type de mesure ;

\*que le coefficient de variation de l'humidité dans le niveau 10/20 cm est voisin de 10 % (inférieur à celui calculé lors du premier test).

	Valeurs absolues			Coefficient Variation %		
	T°C -5	T°C -10	T°C -15	T°C -5	T°C -10	T°C -15
1er test	24,5	22,7	21,2	3,4	2,2	1,5
2e test	25,4	23,3	21,7	3,7	4,1	2,4

**TABLEAU 1**

5322- PELOUSE (6 cloches)

### Respirométrie

Moyenne = 708 mg de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> et par heure.

Coefficient de variation % (C.V.%) = 8,9 %

Limite de la fourchette (avec probabilité de 95 %) =  $582 < x < 834$

Humidité 0/10 cm	Moyenne = 28,2 %	
T°C (- 5 cm)	Moyenne = 25,7 °C	Coefficient de variation = 3,5 %
T°C (- 10 cm)	Moyenne = 22,4 °C	Coefficient de variation = 2,7 %
T°C (- 15 cm)	Moyenne = 21,3 °C	Coefficient de variation = 2,1 %

On peut faire les remarques suivantes :

\*La moyenne de l'activité respirométrique sous pelouse est nettement plus élevée que celle mesurée sous la végétation naturelle du maquis minier dégradé (708 contre 389 ou 427). Cela représente une augmentation moyenne de l'activité respirométrique de plus de 70 %.

En effet si l'on considère les principaux facteurs qui influencent cette mesure de l'activité biologique totale, nous pouvons dire :

- que le taux de carbone doit être similaire dans les deux cas (premier cycle de culture et donc pas d'enfouissement de matière verte ou de cannes de maïs) ;
- que l'humidité étant inférieure sous pelouse - on ne peut invoquer l'action d'une activité microbienne plus importante ;
- que les températures sont du même ordre de grandeur.

Certes il faudra certainement pondérer les deux moyennes lorsqu'on aura estimé les masses racinaires ; mais il n'apparaît plausible de pouvoir expliquer cette augmentation par la seule activité respiratoire des racines.

\*Le coefficient de variation calculé sur 6 mesures est très satisfaisant puisqu'il est même inférieur à celui calculé pour les 10 mesures réalisées en (a) sous maquis minier

### 533- Troisième test

Sur la parcelle-témoin du maquis minier située en limite supérieure de l'essai, six cloches ont été installées (3 en surface et 3 dans des petites fosses de 50\*50 cm profondes de 10 cm). Les mesures avaient pour buts d'avoir un ordre de grandeur de l'activité respirométrique sous un maquis minier plus dense et non dégradé mais aussi d'apprécier les différences éventuelles entre les valeurs en surface et dans l'horizon sous-jacent. Les mesures ont été réalisées dans les mêmes conditions que les précédentes. Les résultats obtenus ont été les suivants /

#### 5331- HORIZON 0/10 cm

#### Respirométrie

**Moyenne = 499 mg de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> et par heure.**

**Coefficient de variation (C.V.%) = 11,2 %**

**Limite de la fourchette (avec probabilité de 95 %) = 387 < x < 611**

Humidités 0/10 cm	Moyenne = 32,8 %
Humidités 10/20 cm	Moyenne = 30,8 %
Températures (- 5 cm)	Moyenne = 27,3 °C
Températures (- 10 cm)	Moyenne = 24,7 °C
Températures (- 15 cm)	Moyenne = 22,3 °C

## 5332- HORIZON 10/20 cm

**Respirométrie**

Moyenne = 386 mg de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> et par heure.

Coefficient de variation (C.V. %) = 11,6 %

Limite de la fourchette (avec probabilité de 95 %) = 296 < x < 476

Humidités 0/10 cm	Moyenne = 32,2 %
Humidités 10/20 cm	Moyenne = 29,9 %
Températures (- 15 cm)	Moyenne = 24,0 °C
Températures (- 20 cm)	Moyenne = 22,3 °C
Températures (- 25 cm)	Moyenne = 22,3 °C

Les trois déductions principales sont les suivantes :

\*l'activité est un peu plus importante sous ce maquis minier à végétation plus dense que sous le maquis minier du bas plus dégradé (499 au lieu de 408, moyenne des deux séries de 10 mesures) ;

\*il y a une différence non négligeable entre les deux niveaux puisqu'on calcule une diminution de 23 % entre 0/10 cm et 10/20 cm.

\*les coefficients de variations sont un peu plus élevés lorsqu'on opère avec 3 cloches qu'avec 6 (pelouse) ou 10 cloches (maquis du bas) On a en effet 11,2 % en surface et 11,6 % en profondeur. Mais cela reste encore tout à fait acceptable lorsqu'on sait que les mesures de biomasse microbienne peuvent présenter des coefficients de variation allant de 50 à 300 % (renseignement fourni par Pierre ROGER, microbiologiste des sols à l'ORSTOM). Dans ces cas-là il faut avoir des différences très importantes entre deux traitements pour qu'elles apparaissent significatives.

#### **54- Résultats obtenus sur les parcelles avec et sans apport de matière organique. Comparaison avec le témoin**

Pour montrer l'action éventuelle d'une part d'une mise en culture, d'autre part d'un apport de matière organique (sous forme de compost), nous avons réalisé des mesures de dégagement de CO<sub>2</sub> sur le rang de maïs et dans l'inter-rang. Sur le rang, pour intégrer l'action respiratoire des racines, un plant de maïs a été coupé à hauteur des racines séminales et on a installé la cloche en incluant une grande partie du système racinaire de ce plant de maïs.

Nous allons opérer trois comparaisons successives sur les parcelles du haut en considérant comme parcelle-témoin le maquis minier du haut (TMH). En effet les études pédologiques détaillées ont montré l'existence de deux faciès coupant grossièrement l'essai en deux.

#### **541- Effet d'une mise en culture (P4) par rapport à une parcelle témoin (TMH)**

Lorsqu'on compare les mêmes niveaux (0/10 puis 10/20 cm) - cf tableau 2 ci-dessous - on s'aperçoit que, sur le rang, il y a une action assez nette de la mise en culture (différents travaux du sol et plants de maïs) par rapport à ce que l'on mesure dans la parcelle-témoin. Par contre dans l'inter-rang (différents travaux du sol uniquement), l'action apparaît négative par

rapport au témoin dans l'horizon de surface alors qu'elle est positive dans le niveau sous-jacent.

	Rang (0/10)	Inter-rang (0/10)	Rang (10/20)	Inter-rang (10/20)
P4 (1)	616	357	659	495
TMH (2)	499	499	386	386
(1)-(2) / (2)%	23,4	-28,5	70.7	28,2

**TABLEAU 2**

Il semblerait donc se confirmer, comme d'autres auteurs l'ont montré, qu'à priori l'augmentation de l'activité respirométrique ne soit pas due au seul accroissement de l'activité de la biomasse microbienne sur le carbone du sol mais aussi à l'activité respiratoire des racines des plants de maïs. En effet on peut noter :

\*dans l'inter-rang (0/10), l'observation rapide des volumes de sol prélevés (pour estimer pondéralement les racines présentes et aussi apprécier diamètre et longueur moyenne de ces dernières) indique qu'il y a peu de racines par rapport à ce que l'on observe sur le rang et cela quel que soit le niveau d'observation. Ainsi les 117 mg d'augmentation sous maïs sur le rang et la perte de 142 mg mesurée sous maïs dans l'inter-rang par rapport à la parcelle témoin sous maquis minier pourraient s'expliquer, pour une grande part, par la seule différence entre les masses racinaires.

\*entre le rang et l'inter-rang d'un même niveau, la différence est plus grande en surface (259 mg) qu'en profondeur (164 mg). Ceci pourrait également s'expliquer par une masse racinaire plus importante dans le premier niveau par rapport au second.

Mais, pour estimer l'importance réelle de la respiration racinaire (et donc en déduire l'impact effectif des travaux du sol y compris de l'apport d'amendements phosphatés), il faudra attendre les valeurs des différentes masses racinaires (sous culture et sous maquis minier). En effet on peut noter :

\*dans l'horizon sous-jacent de l'inter-rang, la quantité de CO<sub>2</sub> dégagée est assez nettement supérieure à celle mesurée dans la parcelle-témoin (495 au lieu de 386), la masse racinaire étant pourtant, à première vue, supérieure dans cette dernière.

\*dans l'horizon sous-jacent du rang, la quantité dégagée est légèrement supérieure à celle mesurée dans l'horizon superficiel (659 contre 616). Or il est logique de penser que la masse racinaire de ce dernier est plus importante que celle de l'horizon 10/20 cm.

Pour estimer l'action des travaux de préparation du sol sensu stricto, il faudra faire intervenir l'interprétation des résultats obtenus sur l'essai en carré latin (parcelles P2 et P6) où le seul paramètre qui varie est la quantité d'amendement phosphaté enfoui.

**On peut donc raisonnablement conclure que la mise en culture (travaux et apports d'amendements phosphatés) provoque une augmentation non négligeable de l'activité respirométrique.**

Dans les faits on accroit l'activité microbienne qui se traduit par une minéralisation plus importante de la matière organique du sol. Il sera important de quantifier cette augmentation avec précision pour évaluer :

\*d'une part les pertes en carbone dues à la mise en culture (diminution de stock organique) par rapport aux parcelles-témoin (mais dans ce cas-là il y a aussi auto-régénération du stock organique grâce à la litière qui se décompose). Or la matière organique a une très grande importance dans ces sols car elle est garante de leur capacité d'échange ;

\*d'autre part la participation plus ou moins importante des mises en culture à "l'effet de serre".

#### **542- Effet d'une mise en culture avec apport important de compost (P4 + CP) par rapport à une parcelle témoin (TMH)**

Lorsqu'on compare les mêmes niveaux (0/10 puis 10/20 cm) - cf tableau 3 ci-dessous - on s'aperçoit que, sur le rang, il y a une action très nette de la mise en culture (différents travaux du sol et plants de maïs) avec enfouissement de compost par rapport à ce que l'on mesure dans la parcelle-témoin. Par contre dans l'inter-rang (différents travaux du sol et apport de compost uniquement), si l'action apparait toujours positive par rapport au témoin dans les deux niveaux, on peut noter une action moins importante dans le niveau supérieur que dans le niveau sous-jacent.

	Rang (0/10)	Inter-rang (0/10)	Rang (10/20)	Inter-rang (10/20)
P4+CP (1)	1020	574	853	689
TMH (2)	499	499	386	386
(1)-(2) / (2)%	104,4	15,0	121	78,5

**TABLEAU 3**

Alors que ci-dessus (§4411) la simple comparaison des valeurs du tableau 2 permettait de mettre en évidence une action de la modification de l'organisation structurale (due aux travaux de préparation du sol) sur les valeurs de dégagement de CO<sub>2</sub> - et cela en sus de l'augmentation éventuelle de ces valeurs du fait d'une activité racinaire éventuellement supérieure due à une masse racinaire plus importante - il est plus difficile, dans le cas des valeurs reportées dans le tableau 3, de séparer les actions de la respirations racinaire, de la préparation du sol et de l'apport de compost.

Il est cependant important de mettre en évidence l'action d'un apport de compost. Pour cela il faut se placer dans des conditions telles que l'on peut "éliminer" les autres facteurs de variations et ainsi comparer des valeurs dont les différences éventuelles ne pourraient être attribuées qu'à l'apport de compost, c'est à dire de carbone organique qui sera alors minéralisé par les micro-organismes du sol ce qui entraînera une production de CO<sub>2</sub>.

C'est ce que nous nous proposons de faire dans le paragraphe suivant (§443).

**On peut cependant raisonnablement conclure que la mise en culture (travaux et apports d'amendements phosphatés) avec apport d'amendements organiques importants (20 tonnes de compost) provoque une augmentation très nette de l'activité**

respirométrique si on compare les quantités de CO<sub>2</sub> dégagées sur cette parcelle et la parcelle-témoin sous maquis minier arbustif.

Des conclusions finales similaires à celles du paragraphe 441 peuvent être formulées en ce qui concerne la nécessité de quantifier cette augmentation avec précision pour évaluer les pertes de carbone dues à la mise en culture et la participation du CO<sub>2</sub> dégagé à " l'effet de serre " .

#### 543- Effet d'une mise en culture avec apport de compost (P4 + CP) et sans apport de compost (P4)

Lorsqu'on souhaite comparer les valeurs des productions de gaz carbonique dans les mêmes niveaux (0/10 puis 10/20 cm) dans les deux parcelles "sans" et "avec" apport de compost - cf tableau 4 ci-dessous - , pour estimer la seule influence éventuelle de cet apport, on considère les trois facteurs suivants, à savoir

- \* "l'acquis" laissé par le sol-témoin en équilibre avant travail et mise en place du maïs ;
- \* l'influence du travail du sol et de l'apport d'amendements phosphatés (dose P4) ;
- \* l'activité du système racinaire de la plante cultivée.

sont identiques dans les deux cas. On met ainsi en parallèle les valeurs "brutes" c'est à dire celles calculées à partir des mesures "in situ" dans chacune des parcelles.

Mais on peut essayer "d'affiner" cette comparaison en retranchant des valeurs "brutes" précédentes une partie importante de l'action des facteurs cités ci-dessus et notamment de l'acquis de la parcelle-témoin (apport de carbone initial, biomasse microbienne initiale, activité respiratoire d'une masse racinaire non négligeable). Ceci semble d'autant plus justifier que l'action des amendements phosphatés à la fin de cette première année de culture - étudiée dans le paragraphe 45 ci-après) - n'est pas très nette et apparaît, de toutes façons, relativement peu importante (moins de 100 mg pour la dose la plus active et seulement en surface) .

	Rang (0/10)	Inter-rang (0/10)	Rang (10/20)	Inter-rang (10/20)
"P4" (1)	616	357	659	495
"P4+CP" (2)	1020	574	853	689
"TMH"	499	499	386	386
"P4" - "TMH" (3)	117	- 142	273	109
"P4+CP" - "TMH" (4)	521	75	467	303
(2) - (1) / (1) %	65,6	60,8	29,4	39,2
(4) - (3) / (3) %	345	153	192	178

**TABLEAU 4**

L'examen du tableau 4 nous permet de montrer qu'un apport de 20 tonnes de compost entraîne, si on compare les valeurs "brutes", des augmentations importantes de la production de CO<sub>2</sub> par le sol. Cette dernière semble devoir être expliquée par une activité microbienne beaucoup plus importante dans les parcelles avec compost, la production de CO<sub>2</sub> par les racines pouvant être considérées comme très voisines, à la suite des observations des masses racinaires recueillies.

Certes il faudra attendre d'avoir les poids de ces masses racinaires et leur examen (diamètre, longueur, nombre) avant de conclure définitivement. Mais il ne semble pas possible d'expliquer les pourcentages d'augmentations calculées par la seule augmentation de la proportion des racines.

Si l'on soustrait la valeur du CO<sub>2</sub> produite sur la parcelle-témoin "maquis minier" des données "brutes" comparées précédemment, on obtient des valeurs résiduelles. Leur comparaison permet de mettre d'une façon irréfutable l'action du compost.

Cela se voit très nettement en surface (0/10 cm) que ce soit sur le rang (345 %) ou dans l'inter-rang (153 %). Elle est aussi nette dans l'horizon sous-jacent (10/20 cm) quel que soit la situation du prélèvement. On a même une action légèrement plus nette dans l'horizon sous-jacent de l'inter-rang qu'en surface. Cela restera à confirmer et à expliquer.

**On peut donc raisonnablement conclure que la mise en culture (travaux et apports d'amendements phosphatés) avec apport d'amendements organiques à la dose expérimentée provoque une augmentation de l'activité respirométrique beaucoup plus importante que lorsqu'aucun apport n'a lieu.**

Il sera très intéressant de comparer l'action de cet apport de compost d'une part sur les autres caractéristiques du sol, d'autre part sur les composantes du rendement et sur les quantités récoltées. En effet les quantités dégagées étant nettement plus fortes, il faudra, comme précédemment évaluer les pertes en carbone du sol et la production globale de CO<sub>2</sub> comparativement aux avantages récoltés (production plus importante et de meilleure qualité).

## **55- Résultats obtenus sur les parcelles amendées avec différentes doses de phosphore**

Les essais sous serre avaient montré que ces sols ferrallitiques ferritiques - ou oxidiques à dominance d'oxydes de fer - étaient très fortement carencés en phosphore et qu'il fallait réaliser des apports très importants de cet élément pour éliminer la carence. Pour compléter les renseignements acquis sous serre, il avait donc été décidé de mettre en place un essai au champs pour tester "in situ" l'effet de doses croissantes d'amendements phosphatés au cours de la première année de culture puis leurs arrière-effets au cours des cycles suivants (une fumure d'entretien serait apportée pour compenser les exportations par la culture).

Il nous a paru intéressant de tester l'influence de ces doses croissantes sur l'activité respirométrique de ces sols. Nous sommes dans un cas relativement simple qui devrait permettre d'avoir une idée sur l'action de ces apports phosphatés croissants. En effet :

\*le travail du sol est le même sur toute la surface de l'essai ;

\*les températures du sol sont très voisines dans toutes les parcelles retenues pour les mesures.(cf tableau 5 ci-dessous)

<b>Parcelle B3</b>			
	<b>- 5 cm</b>	<b>- 10 cm</b>	<b>- 15 cm</b>
TMH	23,8	22,0	20,8
P2->P10 Moyenne	21,0	20,3	19,7
Val. max.	22,4	21,4	20,6
Val. min.	20,0	19,5	19,2
<b>Parcelle B2</b>			
	<b>- 5 cm</b>	<b>- 10 cm</b>	<b>- 15 cm</b>
TMH	25,3	23,4	21,4
P2->P10 Moyenne	22,3	21,0	20,2
Val. max.	23,6	21,9	20,9
Val. min.	21,3	20,1	19,9

**TABLEAU 5**

\*les humidités de ces mêmes parcelles sont assez proches les unes des autres et suffisamment élevées (cf tableau 6 ci-dessous) pour que les différences calculées entre les parcelles recevant des apports croissants d'amendements ne puissent pas être considérées comme un facteur explicatif des variations éventuelles entre les activités respirométriques (biomasses microbiennes plus actives) ;

<b>Parcelle B3</b>				
	<b>Rang (0/10)</b>	<b>Inter-rang (0/10)</b>	<b>Rang (10/20)</b>	<b>Inter-rang (10/20)</b>
"TMH"	37,6	37,6	37,9	37,9
"P2"	34,8	34,9	36,8	38,6
"P6"	40,0	37,9	42,1	43,5
"P10"	34,7	33,1	35,3	36,4
<b>Parcelle B2</b>				
	<b>Rang (0/10)</b>	<b>Inter-rang (0/10)</b>	<b>Rang (10/20)</b>	<b>Inter-rang (10/20)</b>
"TMH"	43,5	43,5	38,8	38,8
"P2"	33,6	33,9	35,2	33,3
"P6"	38,7	35,5	38,6	37,8



"P10"	41,6	39,1	42,7	39,9
-------	------	------	------	------

TABLEAU 6

\*les taux de carbone sont relativement uniformes sur le faciès considéré (cf rapport pédologique NOUMEA) ;

\*seules les masses racinaires peuvent varier ainsi que les biomasses microbiennes (nous n'en avons pas encore les valeurs). Les premières seront effectivement à prendre en compte pour affiner la comparaison des valeurs des activités respirométriques. Les secondes devraient aller de pair avec les dégagements de CO<sub>2</sub>.

	<u>Parcelle B2</u>		<u>Parcelle B3</u>	
	Rang (0/10)	Inter-rang (0/10)	Rang (10/20)	Inter-rang (10/20)
"TMH"	716	716	716	716
"P2"	653	469	504	487
"P6"	750	425	840	545
"P10"	837	712	545	422

TABLEAU 7

Nous avons choisi les blocs B2 et B3 dans la partie supérieure du carré latin. Les valeurs absolues des dégagements de CO<sub>2</sub> sont données dans le tableau 7 ci-dessus mais ne concerne que l'horizon de surface dans lequel se trouvent normalement concentrées la majorité des biomasses microbiennes..

Sur le **rang**, on constate une différence assez nette entre les deux blocs. Dans le bloc B2, on remarque un accroissement régulier des quantités de CO<sub>2</sub> produites lorsque les apports d'amendements phosphatés sont eux-mêmes croissants ; alors que dans le bloc B3 c'est la dose P6 qui apparaît comme la plus efficace.

Si on les compare avec les quantités produites dans la parcelle-témoin, il semble qu'il faille apporter au moins 6 tonnes par hectare pour constater un effet "positif".

Par contre dans l'**inter-rang**, hormis la valeur de la parcelle P10 du bloc 2, toutes les valeurs sont nettement plus faibles que sur le rang et que dans le témoin. Il se pourrait que cela puisse s'expliquer par la participation efficace des racines qui sont normalement nettement plus abondantes sur le rang (cloches contenant un plant de maïs) que dans l'inter-rang (uniquement quelques racines de maïs provenant des deux rangs qui l'encadrent).

	<u>Parcelle B3</u>		<u>Parcelle B2</u>	
	<b>Rang (0/10)</b>	<b>Inter-rang (0/10)</b>	<b>Rang (10/20)</b>	<b>Inter-rang (10/20)</b>
"P2-TMH" / "TMH"	- 29,6	- 32,0	- 8,8	- 34,5
"P6-TMH" / "TMH"	+ 17,3	- 52,1	+ 4,7	- 40,6
"P10-TMH" / "TMH"	- 23,9	- 41,1	+16,9	- 0,6

**TABLEAU 8**

Si l'on examine les valeurs relatives des augmentations ou diminutions en % par rapport au témoin "maquis minier" qui sont réunies dans le tableau 8 ci-dessus, on peut faire les remarques suivantes :

Sur le **rang**,

\*confirmation que seulement trois traitements entraînent, des productions de gaz carbonique supérieures à celles mesurées sur la parcelle-témoin ;

\*augmentation de production relativement peu élevée même dans les parcelles les plus "actives" (entre 4,7 et 17,3 %) ;

Dans l'**inter-rang**,

\*diminutions non négligeables quel que soit le traitement en amendements phosphatés (entre 32 % et 51,2 %), à l'exception de la parcelle P10 du bloc 2 pour laquelle nous n'avons pas actuellement d'explication à donner.

**Comme premières conclusions, il est seulement possible de dire qu'il y a soit un maintien, soit une augmentation des productions de CO<sub>2</sub> dans les parcelles cultivées par rapport à ce qui est mesuré sur la parcelle-témoin, lorsqu'on se situe sur le rang. Par contre dans l'inter-rang, où les racines sont peu nombreuses, l'activité respirométrique est nettement plus faible.**

Peut-être pourrait-on dire que l'activité mesurée dans l'inter-rang correspond à celle engendrée par la modification due à la mise en culture (l'action d'un apport d'amendements phosphatés étant considéré comme négligeable)....??

Mais il n'est pas possible actuellement d'émettre des conclusions plus précises.

## **VI - PREMIÈRES CONCLUSIONS - PROPOSITIONS DE TRAVAIL POUR LA DEUXIÈME ANNÉE DE CULTURE**

Les études méthodologiques sont considérées comme terminées et le protocole des mesures et des prélèvements est défini. Il est toujours possible qu'il y ait certains points à préciser lorsque le dépouillement et l'interprétation de l'ensemble des résultats de la première mission sera terminé. Mais cela ne devrait représenter qu'une fraction assez faible du travail à effectuer au cours de cette deuxième mission.

Il serait maintenant intéressant de faire porter ses efforts sur les deux points principaux explicités dans les paragraphes suivants.

### **61- Réaliser des mesures sur les mêmes parcelles que celles précédemment retenues et cela après un deuxième cycle cultural complet**

Ces mesures seront couplées à celles réalisées par Emmanuel BOURDON pour la physique des sols et aux résultats agronomiques que fournira la récolte de la plante-test. Il sera alors possible de faire les comparaisons suivantes :

-entre des parcelles ayant reçu des traitements différents. On comparera les valeurs des parcelles cultivées et du témoin sous végétation naturelle (se reporter au grand paragraphe 4 ci-dessus).

-sur une même parcelle pour évaluer l'influence d'une année de culture sur les valeurs de son activité respirométrique. On pourra déjà avoir une idée assez précise sur le sens de l'évolution (positive ou négative par rapport à la parcelle-témoin) et sur son intensité (en valeurs absolues, en % par rapport au témoin et à la situation précédente).

Ces comparaisons porteront non seulement sur les valeurs de l'activité respirométrique mais elles permettront aussi de mettre en relation les valeurs ainsi obtenues avec les mesures et observations réalisées sur les profils culturaux et avec quelques composantes du rendement et les résultats des analyses chimiques faites sur la plante-test (notamment absorption des différents éléments et spécialement du carbone et de l'azote) et sur le sol (bilan organique - C et N - et phosphore "assimilable" en sachant qu'une partie non négligeable de cet élément est stocké sous forme organique).

### **62- Apprécier "in situ" l'influence de la variation de certains paramètres comme l'humidité**

Cela a pour but d'acquérir des données de référence pour "caler" les mesures de laboratoire qui ne peuvent s'effectuer que sur des échantillons remaniés de faible dimension et sortis de leur environnement.

Pour réaliser cette étude ponctuelle, nous proposons de travailler sur les parcelles du faciès du haut. Pour cela trois d'entre elles seront retenues : une parcelle témoin sous végétation naturelle et deux parcelles cultivées, l'une sans compost (P4) et l'autre avec compost (P4+CP).

#### **621- parcelle-témoin**

Sur cette dernière, quatre petites sous parcelles seront identifiées. L'une restera en l'état ; les trois autres recevront respectivement des apports de 50, 100 et 150 mm d'eau. Des mesures simultanées seront réalisées sur les quatre parcelles avec 4 cloches de dégagement, ce qui représente 16 cloches au total (réalisable avec deux pompes dans un laps de temps aussi court que possible).

Une mesure sera faite avant arrosage sur les quatre parcelles (point de départ comparatif). L'arrosage se fera immédiatement après. Les autres mesures auront lieu au cours des quatre jours suivants. A chaque fois il y aura, en sus de la mesure de dégagement de CO<sub>2</sub>, des mesures de température et des prélèvements pour humidités pondérales et biomasses microbiennes.

#### **622- parcelles cultivées**

Sur ces dernières, on effectue des mesures respirométriques avant une irrigation et cela sur une surface permettant de délimiter trois petites sous-parcelles. La première aura reçu les 20/30 mm de l'irrigation ; les deux autres recevront des apports d'eau complémentaires permettant d'avoir 50 et 100 mm de "pluies" au total.

Les mesures se feront de façon similaire à celles réalisées sur les sous parcelles-témoin

Des prélèvements de sol non remaniés seront faits en cylindres de 10 cm de diamètre sur ces trois parcelles pour permettre d'effectuer au laboratoire des études en milieu contrôlé au cours desquels on pourra faire varier non seulement l'humidité mais aussi la température, les teneurs en carbone total et l'organisation structurale étant par ailleurs identiques. Si cela est possible on pourra aussi faire varier les teneurs en carbone total en incorporant au sol de la matière organique plus ou moins décomposée. (des travaux de ce type ont été déjà réalisés au laboratoire d'hydrophysique par G. BELLIER et P. de BOISSEZON mais il n'y avait pas eu de mesures de production de CO<sub>2</sub>).

## VII - PROPOSITIONS DE TRAVAIL POUR LES DEUX ANNÉES DE CULTURE SUIVANTES (TROISIÈME ET QUATRIÈME)

Dans le cadre de la nouvelle convention, il semble essentielle de prévoir la continuation des observations, mesures et prélèvements qui ont programmés au cours des deux missions réalisées dans le cadre de la convention précédente.

Cela se justifie par les arguments suivants :

\*un tel suivi sur plusieurs années, d'après le dépouillement des articles ou rapports scientifiques en notre possession, n'a pas été réalisé de façon systématique sous climat tempéré et n'a, à notre connaissance, pas été réalisé sous culture en zone tropicale. Des mesures ont été faites ponctuellement mais sous végétation naturelle et notamment sous forêt.

\*il apparaît que des conclusions ne peuvent être données après seulement deux séries de mesures. Cela apparaît trop risqué. On pourrait donner des tendances mais pas une évolution. L'expérience que nous avons acquise lors du suivi des essais installés entre 1979 et 1985 sur trois sols du territoire à vocation agro-pastorale ont montré que leur durée de 5 ans était juste suffisante. Ainsi pour le vertisol, nous avons constaté par exemple une amélioration nette et brutale de la structure - même si l'action des fertilisants s'était manifestée dès la deuxième année - seulement à la fin de troisième année. Or les techniques du suivi de ce paramètre physique sont connues depuis longtemps, ce qui n'est peut-être pas le cas de celle de la mesure de la respirométrie "in situ".

La mesure de l'activité respirométrique pourrait être en effet un bon "indicateur de fertilité" du milieu, susceptible de rendre compte, par exemple, de la libération d'éléments fertilisants utilisables par les cultures ?

**BIBLIOGRAPHIE**

DE JONG E., REDMANN R.E. et RIPLEY E.A., 1979 - A comparison of methods to measure soil respiration - vol. 127, n° 5, pp; 300-306 .

DENIS B., 1992 - Mesure de l'activité respirométrique de quelques sols de Nouvelle-Calédonie en utilisant le dégagement de CO<sub>2</sub> "in situ" : Un test comparatif de la fertilité naturelle des sols et des effets de la mise en culture ? Atelier de synthèse et de prospective : Sols et fertilité des petites îles du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 16-21 novembre 1992.(à paraître)

HILGER F., 1963 - Activité respiratoire de sols équatoriaux. Application de la méthode respirométrique in situ. Bulletin de l'institut agronomique et des stations de recherche de Gembloux - Tome XXXI, N°2, pp154-182 .

KOEPF H., 1954(a) - Die biologische Aktivität des Bodens und ihre experimentelle Kennzeichnung. - Z. Pflanzenern., Dung., Bodenk., 64, p 138

KOEPF H., 1954(b) - Untersuchungen über die biologische Aktivität des Bodens. Teil I : Atmungskurven des Bodens und Fermentaktivität unter dem Einfluss von Düngung und Pflanzenwachstum - Z. F. Acker- u. Pflanzbau, 98, p 289.

KOEPF H., 1954(c) - Untersuchungen über die biologische Aktivität des Bodens. Teil II : Enzymreaktionen und CO<sub>2</sub>-Ausscheidung des Bodens bei einem statischen Düngungsversuch und den drei Hauptkulturen - Z. Pflanzenern., Dung., Bodenk., 67, p. 271.

