

Analyses physiques et chimiques des sols tourbeux.

J. GODEFROY*

ANALYSES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES SOLS TOURBEUX

J. GODEFROY (IRFA)

Fruits, nov. 1977, vol. 32, n°11, p. 647-664.

RÉSUMÉ - Après une description des principes des méthodes analytiques utilisées, l'auteur étudie l'action du séchage et de la congélation sur les résultats des analyses physiques et chimiques des sols tourbeux. Les analyses physiques, à l'exception de la granulométrie et de la densité réelle, doivent obligatoirement être faites sur de la tourbe non séchée. Le séchage est, d'autre part, déconseillé pour l'analyse de l'azote ammoniacal, bien qu'il y ait une assez bonne corrélation entre les résultats obtenus sur tourbe fraîche et séchée.

La congélation n'a pas d'influence sur les analyses chimiques ; en revanche, les indices de percolation et les humidités à un pF donne sont un peu plus faibles lorsque les échantillons ont été conservés au froid.

La culture bananière sur les sols hydromorphes organiques des marais de l'Agnéby situés dans le sud de la Côte d'Ivoire occupe à l'heure actuelle une superficie d'environ 1.500 hectares et cette zone produit 30 p. cent des bananes exportées.

Ces sols sont, principalement, des tourbes et des argiles organiques, ces dernières ne représentant qu'une faible superficie.

L'importance de ces sols dans l'économie bananière ivoirienne a conduit l'IRFA à développer son programme de recherches dans ce secteur. La contribution importante du laboratoire d'agro-pédologie aux investigations sur la fertilisation a nécessité, au préalable, une mise au point des techniques d'analyses physiques et chimiques de ces tourbes ainsi qu'une étude des effets de la congélation et du séchage sur les résultats des analyses. Ce sont les conclusions de ces travaux que nous exposons dans cet article.

Nous traiterons successivement les points suivants :

1. problèmes analytiques spécifiques aux tourbes.
2. échantillonnage, séchage, tamisage et broyage.

3. méthodes d'analyses utilisées.

4. action du séchage et de la congélation sur les résultats des analyses.

L'ordre adopté nous obligera, pour traiter le paragraphe 3, à anticiper sur les résultats exposés au paragraphe 4.

PROBLEMES ANALYTIQUES SPECIFIQUES AUX TOURBES.

Les problèmes d'analyses des sols tourbeux ou des sols très organiques en général sont liés à leurs propriétés hydrophobes à l'état sec. Ces terres dont l'humidité pondérale varie fortement suivant la nature de la tourbe et les saisons (90 à 360 p. cent dans trois essais entre novembre 1976 et mai 1977), se réhumidifient très difficilement et incomplètement lorsqu'elles ont été séchées. Ces difficultés de réhydratation posent des problèmes analytiques, par exemple dans les cas d'extraction par percolation (la solution percole le long des parois du tube en ne mouillant qu'une partie de l'échantillon) ou lorsqu'on procède par décantations successives avec agitation manuelle (une partie de la prise d'essai flotte). D'autre part, on peut penser, à

* - IRFA, B.P. 153, FORT DE FRANCE (Martinique)

priori, que le séchage modifiera certaines caractéristiques aussi avons-nous jugé indispensable, avant d'entreprendre des recherches sur ces sols, d'étudier ses effets en comparant les résultats des analyses obtenus sur tourbe fraîche et sur tourbe sèche.

Un moyen d'éliminer les inconvénients cités est d'effectuer les analyses sur échantillons frais, mais cette méthode en présente d'autres qui sont d'ordre pratique :

- difficultés d'échantillonnage pour les faibles prises d'essais, car impossibilité d'utiliser un diviseur-échantillonneur ;
- problème de stockage des échantillons qui doivent être conservés au congélateur. A moins de disposer d'une chambre froide, il n'est pas matériellement possible de garder les échantillons plusieurs années, ce qui est indispensable pour les études sur l'évolution des sols ;
- travail salissant et difficultés de remplissage homogène des tubes à percolation (tourbe collant aux parois des tubes) entraînant une irrégularité des vitesses de percolation. Problèmes identiques pour l'introduction des prises d'essai dans des flacons à col étroit.

Avant de présenter les résultats expérimentaux, nous décrirons les opérations préliminaires à l'analyse proprement dite.

ÉCHANTILLONNAGE, SÉCHAGE, TAMISAGE ET BROYAGE.

Échantillonnage.

Suivant la nature de la tourbe et la profondeur des prélèvements, l'échantillon qui arrive au laboratoire a un volume de 4 à 8 litres. Le jour même ou le lendemain, on procède à un premier échantillonnage ayant pour but de constituer deux lots : un destiné aux analyses devant s'effectuer sur tourbe fraîche et un second qui sera séché.

A ce stade, comme il n'est pas possible d'utiliser un diviseur-échantillonneur, on mélange par la règle des 4/4 qui comprend les opérations suivantes :

- étaler la tourbe sur une plaque de contreplaqué ou de plastique dur,
- tracer une croix de façon à constituer quatre tas approximativement de même volume (photo 1),
- réunir les tas diamétralement opposés (photos 2 et 3)
- mélanger,
- étaler la tourbe de nouveau,
- recommencer l'opération dix fois et terminer en étalant,
- remplir deux sacs «plastique» en prélevant un peu partout, avec une petite pelle, puis jeter l'excédent.

Le lot destiné aux analyses devant être faites sur tourbe fraîche est analysé immédiatement ou conservé au congélateur (quantité à conserver fonction des déterminations à effectuer). Le second lot est séché le jour même ou gardé au congélateur (quantité correspondant au remplissage d'une boîte de séchage : 2,5 litres environ).

Séchage, tamisage et broyage.

Après décongélation à la température ambiante (une nuit), si l'échantillon a été conservé au froid, la tourbe est mise dans des boîtes en aluminium de 5 x 17 x 29 cm et placée dans un four de séchage dont les lampes à infrarouge sont placées en dessous (photo 4). La température dans les boîtes, variable en fonction de l'humidité de la tourbe, atteint 70°C en fin de séchage.

Lorsque la tourbe est partiellement séchée (15 heures environ), on procède à un tamisage manuel sur un tamis à trous ronds de \varnothing 2 mm, en forçant un peu le passage de la tourbe à travers le tamis si nécessaire. Les éléments supérieurs à 2 mm (refus), qui sont très durs, sont alors broyés et tamisés mécaniquement. Le broyeur utilisé est celui réalisé par le service des sols de la Compagnie d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône. L'appareil est une perceuse modifiée : une pale en caoutchouc dur (pneu) tourne dans un tamis de 2 mm entraînant le passage de la terre à travers le tamis (photo 5).

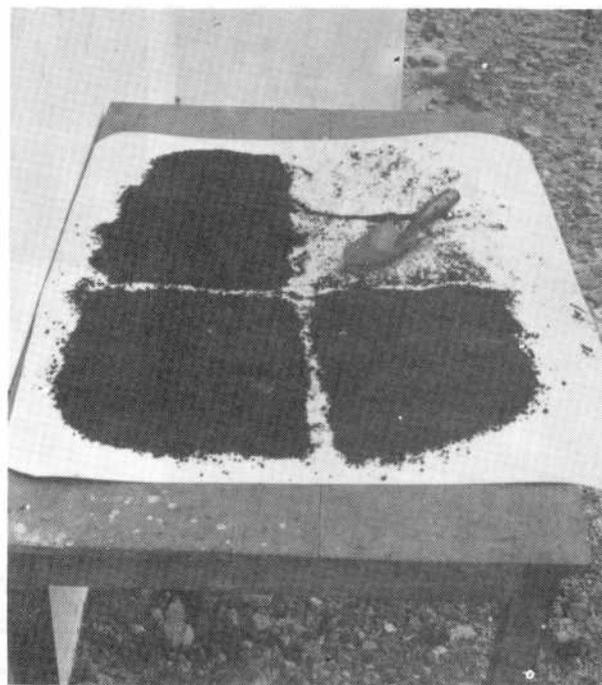
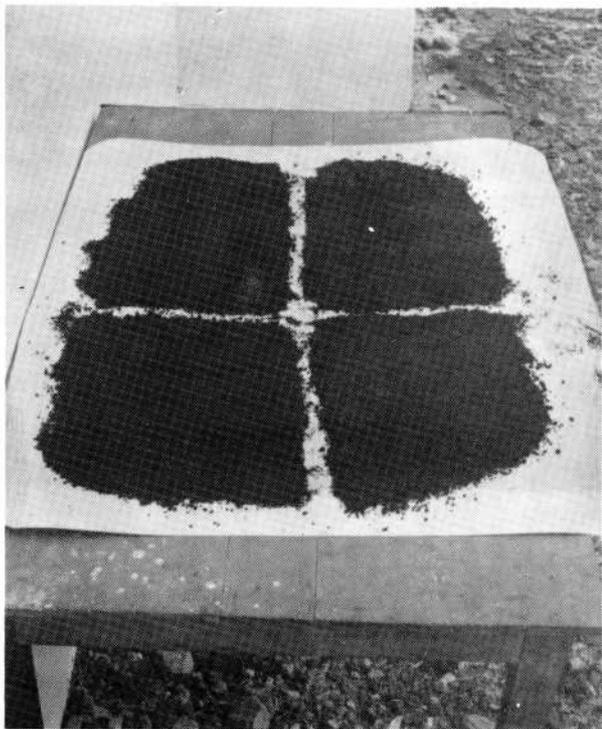
Dans les conditions décrites, la tourbe a l'aspect de «café moulu» et sa composition est homogène ; elle est remise dans le four pour séchage plus complet (une journée et une nuit). On procède ensuite au remplissage des boîtes en plastique (4,0 x 8,5 x 11,5 cm) avec le diviseur-échantillonneur (photos 6 et 7) comme décrit dans un précédent article (Précisions des analyses pédologiques, *Fruits*, vol. 32, n°1, p. 11, 1977).

A ce stade, la tourbe, d'aspect sec au toucher, contient encore de 10 à 20 p. cent d'eau. Afin de réduire et d'homogénéiser l'humidité des divers échantillons, les boîtes en plastique sont mises à l'étuve à 55°C pendant 48 heures, puis stockées. A la sortie de l'étuve, la tourbe a moins de 5 p. cent d'humidité mais elle reprend un peu d'eau par la suite (jusqu'à 10 à 12 p. cent), aussi est-il indispensable, au moment des pesées des prises d'essai, de faire une mesure d'humidité avec séchage à 105°C, de façon à effectuer les corrections nécessaires lors des calculs.

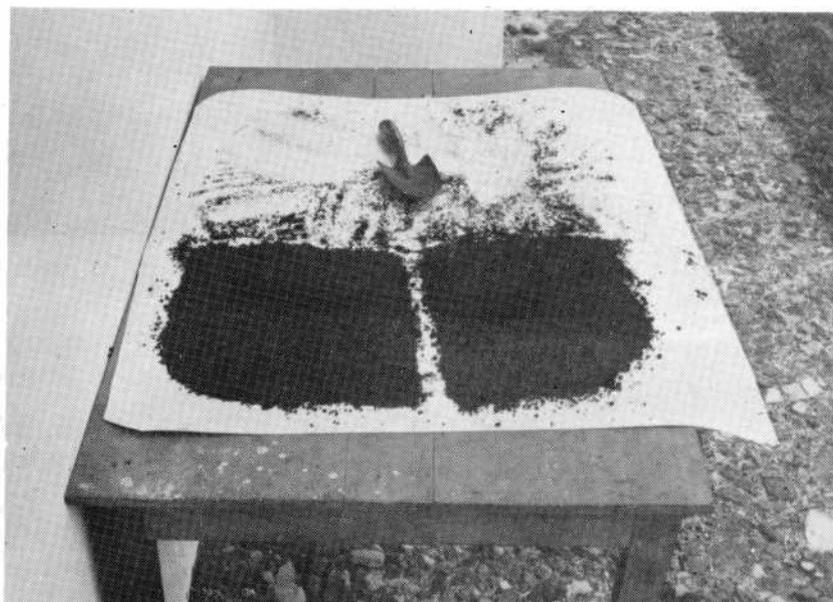
MÉTHODES ET TECHNIQUES D'ANALYSES

Nous avons repris pour les analyses des tourbes les mêmes méthodes que celles utilisées dans notre laboratoire pour les sols minéraux, avec quelques modifications.

Pour les analyses sur tourbe fraîche, nous avons conservé



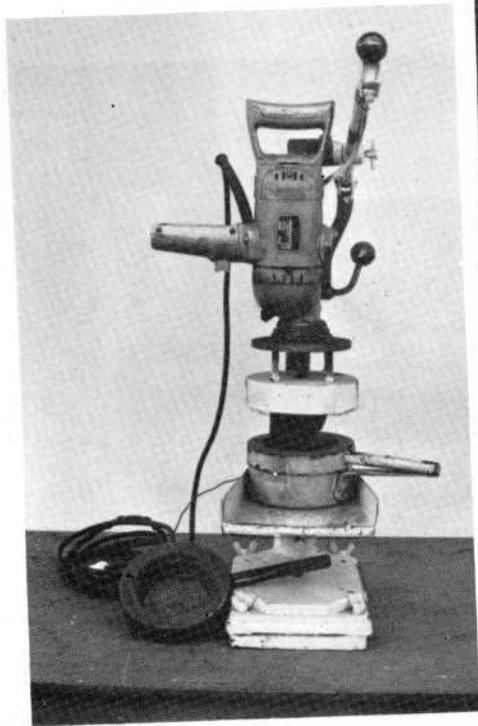
Photos 1, 2, 3. Mélange par la règle des 4/4.



2

3

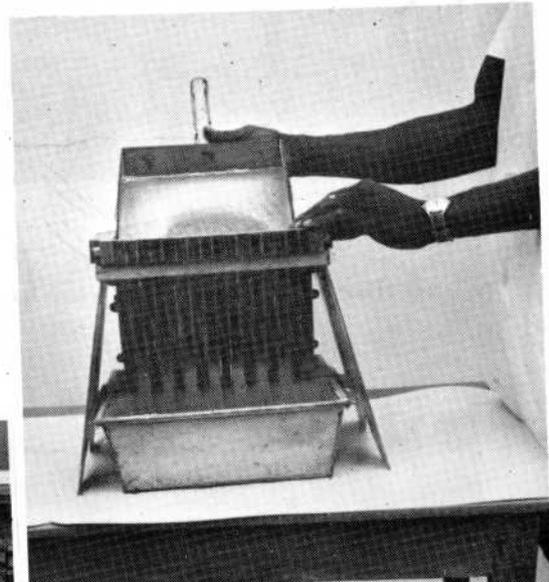
650 -



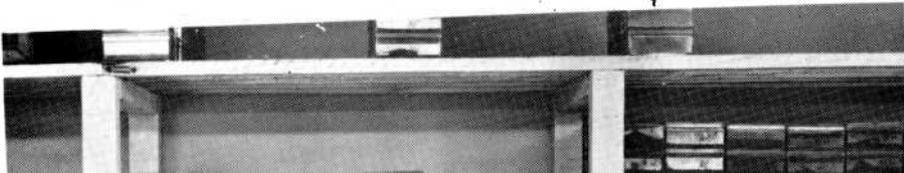
4



6



7



les mêmes poids de prise d'essai que pour les sols minéraux «séchés»; pour celles sur tourbe séchée, les prises correspondent sensiblement au poids «sec» de l'échantillon «frais». En utilisant cette proportion, les volumes des prises d'essai et les quantités d'éléments à doser se situent approximativement dans les mêmes gammes que pour les sols minéraux. Les volumes des solutions d'extraction et les techniques d'extraction des cations (Ca, Mg, K, NH_4) ont dû être modifiés pour tenir compte des fortes énergies de fixation sur le complexe absorbant (CEC = 100 à 130 mé/100 g).

Matière organique.

Le **carbone total** est dosé comme dans les sols minéraux (méthode de ANNE) sur une prise d'essai de 80 mg de tourbe sèche. Pour les autres formes : **acides humiques**, **acides fulviques**, **carbone facilement biodégradable**, des comparaisons entre tourbe fraîche et sèche n'ont pas encore été faites. A priori, on peut penser que le séchage apporte des modifications, aussi, en absence d'études préliminaires, les analyses sont faites sur sol frais.

Azote.

. Azote total.

Le dosage s'effectue comme pour les sols minéraux (méthode KJELDAHL), avec une prise d'essai de 150 mg de tourbe sèche.

. Azote minéral.

Des modifications ont dû être apportées à la technique d'extraction utilisée pour les sols minéraux en raison des difficultés d'extraire NH_4^+ qui est énergiquement fixé sur le complexe absorbant. De très nombreux essais portant sur : le rapport tourbe/solution d'extraction, le temps d'agitation, le nombre d'extractions successives, ainsi que la distillation, nous ont conduits à adopter la méthode suivante :

- extraction de 50 g de tourbe fraîche avec 500 ml d'une solution de ClK normal avec deux agitations (photo 8) et un rinçage (200 + 200 + 100 ml).
- déplacement de NH_4^+ , puis de NO_3^- après réduction, par distillations alcalines (photo 9) et titrage par acidimétrie (cf. détails du protocole annexe I).

Précisons que la méthode de dosage par distillation est préférée aux méthodes par colorimétrie en raison de la coloration jaune des solutions.

Complexe absorbant.

. Cations alcalins et alcalino-terreux échangeables.

Les problèmes rencontrés sont de deux ordres. Le premier est dû au caractère hydrophobe de la tourbe séchée : l'échantillon se réhumecte difficilement et incomplètement,

aussi l'extraction des cations par percolation d'une solution d'acétate d'ammonium est-elle irrégulière et incomplète.

Une préhumectation avec une solution à 30 p. cent d'alcool éthylique permet de pallier cet inconvénient. La deuxième difficulté est celle mentionnée pour NH_4^+ relative à l'énergie de fixation des cations qui oblige à augmenter le volume de la solution d'extraction.

Après de nombreux essais, nous avons adopté le protocole suivant :

- extraction par percolations successives de 250 ml d'acétate d'ammonium normal à pH 7 sur 5 g de tourbe sèche (photo 10)
- dosage par complexométrie de Ca et Mg et par photométrie de flamme pour K et Na, comme pour les sols minéraux (cf. détails annexe II). Etant donné la forte coloration des extraits, il y aurait intérêt à effectuer les dosages complexométrique avec un potentiographe, ou à doser Ca et Mg par absorption atomique.

Le volume de 250 ml d'acétate est insuffisant pour déplacer la totalité du Ca échangeable. Une extraction complète des ions Ca^{++} nécessite la percolation de 1250 ml (figure 1). L'échange avec un tel volume présente plusieurs inconvénients : long, coûteux, les quantités de Ca ou de Mg à doser par complexométrie sont très faibles, ce qui diminue la précision du dosage. Par ailleurs, si l'on augmente le volume de la prise d'essai pour les dosages complexométriques, la coloration brun jaunâtre du percolat avec la tourbe rend l'appréciation du point de virage extrêmement difficile. Une réduction de la prise d'essai de tourbe (< 5 g) n'est pas souhaitable pour des questions d'échantillonnage et poserait, de nouveau, le problème des faibles concentrations en Ca et Mg pour les dosages complexométriques.

En définitive, compte tenu du caractère très conventionnel de cette analyse (l'extraction est effectuée avec une solution à pH 7 alors que la tourbe a un pH souvent inférieur à 4), nous avons adopté la méthode décrite ci-dessus qui ne déplace que 70 à 80 p. cent du Ca échangeable, fraction que nous qualifions de calcium «facilement» échangeable. Dans les conditions précitées, l'échange du potassium est total et celui du magnésium quasi-complet (95 à 100 p. cent).

Ce problème de l'extraction des cations ainsi que celui de la détermination de la capacité d'échange mériteraient d'être repris avec d'autres techniques et réactifs. La méthode à la cobalthexamine pour la détermination simultanée de la CEC et des bases (ORSINI et REMY, 1976) pourrait être intéressante, le pH de l'échange étant proche des conditions du sol en place.

. Aluminium échangeable.

L'aluminium échangeable est extrait dans une solution

ANNEXE I.

ANALYSE DE L'AZOTE MINÉRAL.

a) extraction :

- prise d'essai : 50 g de **tourbe fraîche**.
- agiter à l'agitateur mécanique pendant une demi-heure avec 200 ml de ClK normal, dans des flacons de un litre.
- laisser décanter, puis filtrer sans entraîner la tourbe.
- faire une deuxième agitation de une demi-heure avec 200 ml de ClK.
- laisser décanter, filtrer le surnageant, puis entraîner la tourbe sur le filtre.
- rincer avec 100 ml de ClK.
- amener à 500 ml dans une fiole jaugée.

b) dosage :

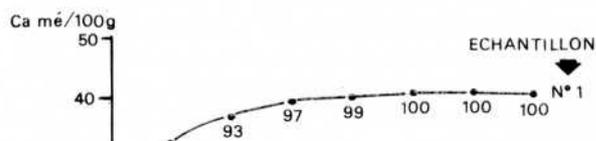
- prise d'essai : 200 ml de la solution d'extraction versés dans des ballons de un litre.
- entraîner NH_4 par de la vapeur d'eau dans une colonne de MEAUME et DULAC ; récupérer le distillat (150 ml) dans 10 ml d'acide borique à 4 p. cent plus trois gouttes d'indicateur TASHIRO.
- réduire NO_3 en NH_4 en présence de DEWARDA (une cuillère : 2 g) ; procéder comme précédemment mais récupérer 400 ml de distillat.
- titrer NH_4 dans les deux distillats par SO_4H_2 N/50.

Remarques :

1. la prise de 50 g de **tourbe fraîche** correspond à un poids sec variable en fonction de l'humidité de la tourbe mais généralement compris entre 10 et 20 g. Le volume élevé de la solution d'extraction est nécessité par la difficulté d'extraire NH_4 qui est énergiquement fixé sur le complexe absorbant (CEC = 100 à 130 mé/100 g). L'extraction des nitrates ne pose aucun problème.

2. l'extraction est plus complète avec deux agitations de 200 ml, qu'avec une agitation de 400 ml ; le temps d'agitation influe peu.

normale de chlorure de potassium : 10 g de tourbe fraîche sont agités une heure à l'agitateur mécanique, avec 100 ml de la solution de KCl. L'aluminium est dosé par absorption atomique. Cette technique d'extraction, couramment utilisée pour les sols minéraux, n'a pas fait l'objet de mises au point particulière. Une étude préliminaire est à entreprendre, en particulier pour savoir s'il est possible d'utiliser la même solution d'extraction pour l'analyse de Al et N



minéral. On rappellera que NH_4 et NO_3 sont également extraits par ClK N et dans la même proportion : 50 g/500 ml.

. Capacité d'échange (CEC).

La détermination de la CEC est effectuée de la même façon que pour les sols minéraux. La tourbe ayant servi à l'extraction des cations est saturée en ions Ca^{++} par une solution de chlorure de calcium à pH 7 (500 ml de solution N et 150 ml de solution N/10). On rince l'excès de Cl_2Ca par une solution d'alcool éthylique à 60° (150 ml), puis on déplace Ca^{++} par complexométrie dans la solution de NO_3K (cf, détails annexe III).

ANNEXE II.

EXTRACTION DES CATIONS ET CAPACITÉ D'ÉCHANGE.

a) extraction des cations.

L'extraction des cations et la détermination de la capacité d'échange s'effectuent sur 5 g de tourbe sèche.

Première journée :

- remplir les tubes à percolation (ϕ : 22 mm, longueur : 400 mm) dans l'ordre suivant :
 - coton hydrophile
 - 10 g de quartz (7 ml) tamisé entre 0,6 et 1,6 mm (tamis 29 et 33)
 - mélange de 5 g de tourbe avec 20 g de quartz (14 ml)
 - 10 g de quartz.

Avant l'arrêt du travail du soir, verser 10 ml d'un mélange composé de : 1/3 d'alcool éthylique à 97°, 2/3 d'acétate d'ammonium, de façon à rendre la tourbe mouillable.

Deuxième journée :

- percolations avec acétate d'ammonium normal à pH 7
 1. 50 ml après un contact de une demi-heure
 2. 50 ml après un contact de une heure
 3. 50 ml après un contact de une heure
 4. 50 ml après un contact pendant l'arrêt de travail de midi
 5. percoler les 50 ml restant par fractions successives (3).
- jauger à 250 ml.

b) détermination de la capacité d'échange.

Troisième journée :

- percolation de 500 ml d'une solution de chlorure de calcium normale à pH 7
 1. deux percolations sans contact
 2. deux percolations après contact de une heure
 3. une percolation après contact pendant l'arrêt de midi
- percolation de 150 ml d'une solution de chlorure de calcium N/10.
 - deux percolations après contact de une heure.

Quatrième journée :

- lavage avec l'alcool éthylique à 60° (150 ml en quatre fractions)
- percolation de 500 ml d'une solution de nitrate de potassium normale.
 - première percolation après contact pendant l'arrêt de midi
 - deuxième et troisième percolations après contact de une heure
 - quatrième percolation après contact d'une nuit.

Cinquième journée :

Terminer la percolation de NO_3K en trois fractions successives.

c) dosages :

Les cations échangeables sont dosés dans la solution d'acétate d'ammonium. La CEC est déterminée en dosant le calcium dans la solution de NO_3K .

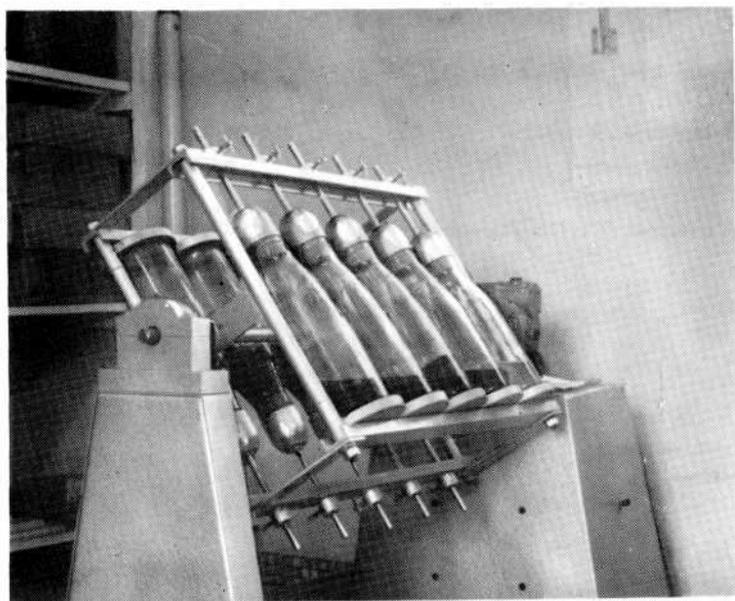
ANNEXE III

MESURE DE LA DENSITÉ APPARENTE AU LABORATOIRE (Da).

On utilise des tubes en verre à collerette de 16 cm de hauteur et de diamètre intérieur de 3,2 cm. Ces tubes sont fermés à la base par un morceau de toile de nylon à large trame, doublé à l'intérieur d'une toile très fine (bas de nylon). Le tube partiellement immergé est rempli avec 50 g environ de tourbe fraîche, en 5 fractions successives. On laisse tomber la première fraction au centre du tube aussi régulièrement que possible : les particules tombent dans l'eau ; on égalise le niveau de la tourbe et on chasse les bulles d'air par quelques mouvements de rotation du tube.

Avant de verser pareillement la deuxième fraction, on amène le niveau de l'eau à environ 2 cm au-dessus du niveau de la tourbe et on opère comme pour la première fraction et ainsi de suite pour les cinq fractions.

Après remplissage du tube, on règle par un système de siphon le niveau de l'eau à 14,5 cm au-dessus du bord inférieur : On laisse percoler pendant une heure, puis on arrête l'alimentation d'eau. Quand la tourbe est entièrement ressuyée, on mesure la hauteur de la colonne de tourbe sur quatre côtés. La moyenne des quatre mesures multipliée par la surface donne le volume. On extrait la tourbe du tube, on met à sécher à 105°C et on pèse. La densité apparente est égale au rapport : poids tourbe sèche (g)/volume (cm^3).

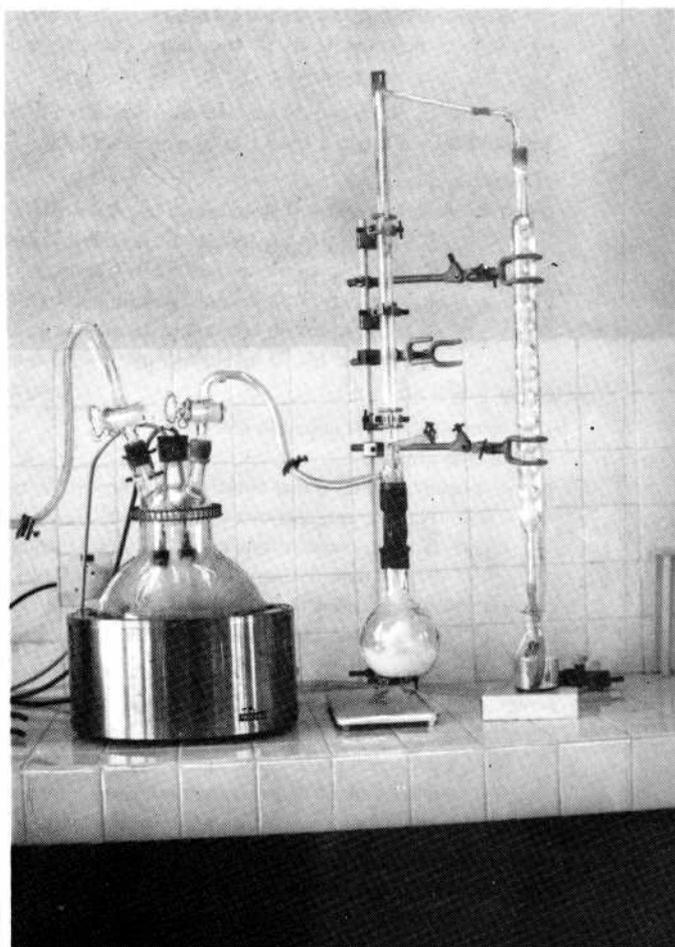


8

Photo 8. Agitateur mécanique utilisé pour les extractions de l'azote minéral, Al échangeable et phosphore assimilable.

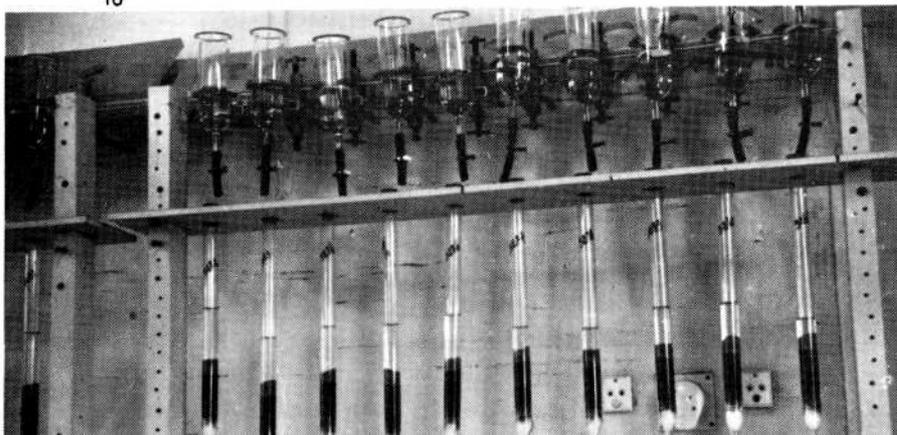
Photo 9. Appareillage à distiller utilisé pour le dosage de l'azote total et minéral.

Photo 10. Extraction des cations par percolation



9

10



de 30 g. Cinq grammes de tourbe sèche sont agités dans 150 ml d'une solution d'acide citrique à 2 p. cent pendant quatre heures, laissés reposer pendant 16 heures puis agités de nouveau quatre heures (photo 8). Le dosage de P est effectué par colorimétrie du phosphomolybdate d'ammonium, après réduction à chaud avec l'acide ascorbique (DUVAL, 1962). Les extraits citriques sont de coloration jaune brunâtre.

Granulométrie.

Le procédé de destruction de la matière organique par l'eau oxygénée, utilisé pour les sols minéraux, est très long, il nécessite au moins une dizaine d'attaques et d'évaporations successives. Il y aurait intérêt, si l'on dispose d'un four, à éliminer M.O. par combustion. A priori, on peut penser que le séchage de la tourbe ne présente pas d'inconvénients pour cette détermination. A part le problème de la M.O. évoqué, la suite de l'analyse s'effectue comme pour les sols minéraux (méthode de la pipette de ROBINSON).

Densité apparente (Da).

Cette caractéristique est très importante dans les sols organiques car Da peut être utilisée comme critère de classification et d'évolution de la tourbe. D'autre part, pour les interprétations agronomiques, les données analytiques s'exprimant par rapport à un volume et non à un poids, impliquent la connaissance de cette valeur. Pour les sols minéraux, les analyses sont, dans la pratique courante, données par rapport à un poids. Les densités apparentes des divers sols variant dans de faibles limites autour de 1,5, il est permis de considérer que les résultats pondéraux conservent entre eux la même hiérarchie que celle qui serait établie à partir d'une expression volumique. Pour les tourbes, les densités apparentes varient dans une large mesure (0,1 à 0,7), aussi les conclusions d'ensemble obtenues à partir des résultats pondéraux diffèrent de celles tirées d'une expression par rapport à un volume. La plante qui a un système racinaire à extension limitée ne peut exploiter qu'un certain volume de sol. Il importe, par conséquent, en agronomie, de connaître la quantité d'éléments nutritifs contenus dans ce volume et donc de préférer l'expression des résultats faite par rapport à une unité de volume à celle faite par rapport à une unité de poids.

La méthode de référence pour la détermination de la densité apparente est celle faite sur le sol en place. Les mesures «in situ» ont l'inconvénient d'être longues à réaliser et de nécessiter de nombreuses répétitions si l'on veut obtenir une valeur moyenne ayant une signification. Pour ces diverses raisons, nous avons testé deux méthodes de mesures au laboratoire sur tourbe fraîche remaniée :

1. remplissage partiel d'un tube à fond plat, puis centrifugation à diverses vitesses,

2. remplissage partiel sous l'eau d'un tube, comme pour la mesure de l'indice de percolation de HENIN (méthode DABIN).

Dans les deux cas, on calcule Da par le rapport : poids de la tourbe sèche/volume dans le tube. Nous avons retenu la seconde méthode ; la technique par centrifugation nécessiterait des mises au point que nous n'avons pas faites.

Comparaison des mesures «in situ» et au laboratoire.

Cette étude a consisté à comparer des densités apparentes déterminées au champ (méthode de l'anneau) avec des mesures réalisées au laboratoire par la méthode de DABIN (cf, détails annexe III et photo 11).

La Da «in situ» est la moyenne de trois mesures effectuées sur une superficie réduite (1/4 m²), la Da laboratoire est la moyenne de deux mesures.

Le calcul de la régression et du coefficient de corrélation indique une très bonne concordance entre les deux méthodes ($r = 0,96^{**}$), mais les mesures au laboratoire donnent des densités légèrement plus faibles que celles obtenues sur le sol en place (figure 2). On pourrait, à partir de la droite de régression, corriger les valeurs obtenues au laboratoire, mais compte tenu des variations de la densité apparente de la tourbe en place, dans une même unité culturale, cette correction ne se justifie pas. On notera, également, la corrélation négative très étroite ($r = -0,89^{**}$) entre la densité et la teneur en matière organique (figure 3). En absence de mesure de Da, il est possible, d'après l'équation de la droite de régression, de calculer une valeur estimée de la Da «in situ», d'après la teneur en carbone.

Densité réelle.

La méthode picnométrique sur échantillon sec est utilisée.

Indice de percolation : K cm/heure.

L'indice K est mesuré sur 50 g de tourbe fraîche non tamisée, par la méthode de HENIN-MONNIER (1969), basée sur l'équation de la loi de DARCY (photo 11).

Caractéristiques hydriques.

Les potentiels capillaires (pF) sont déterminés par la méthode qui utilise des plaques poreuses en porcelaine. Des échantillons de tourbe fraîche non tamisée, préalablement saturés d'eau, sont soumis à une pression déterminée (de 32 g à 16.000 g/cm², soit pF 1,5 à pF 4,2), jusqu'à la réalisation d'un équilibre entre la force appliquée et la force de rétention de l'eau par le sol. On détermine alors la teneur en eau de l'échantillon et on trace la courbe des humidités en fonction des pressions appliquées, lesquelles sont exprimées en logarithmes.

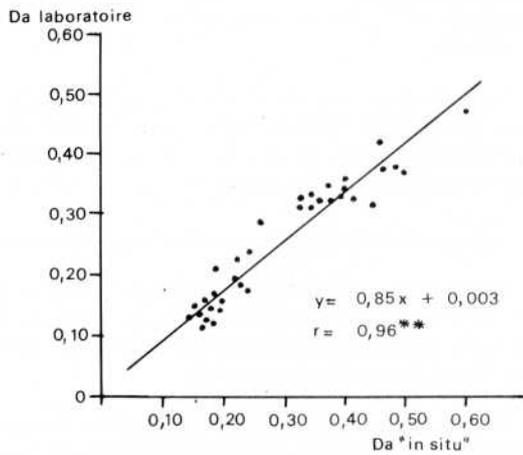


Fig. 2 • REGRESSION ENTRE Da MESURE "IN SITU" ET AU LABORATOIRE.

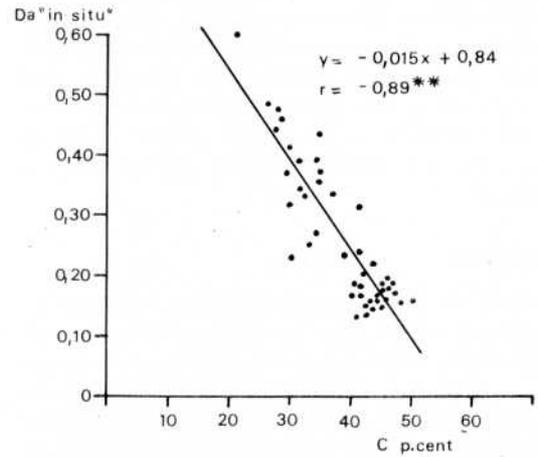


Fig. 3 • REGRESSION ENTRE LA TENUEUF "N CARBONE ET Da.

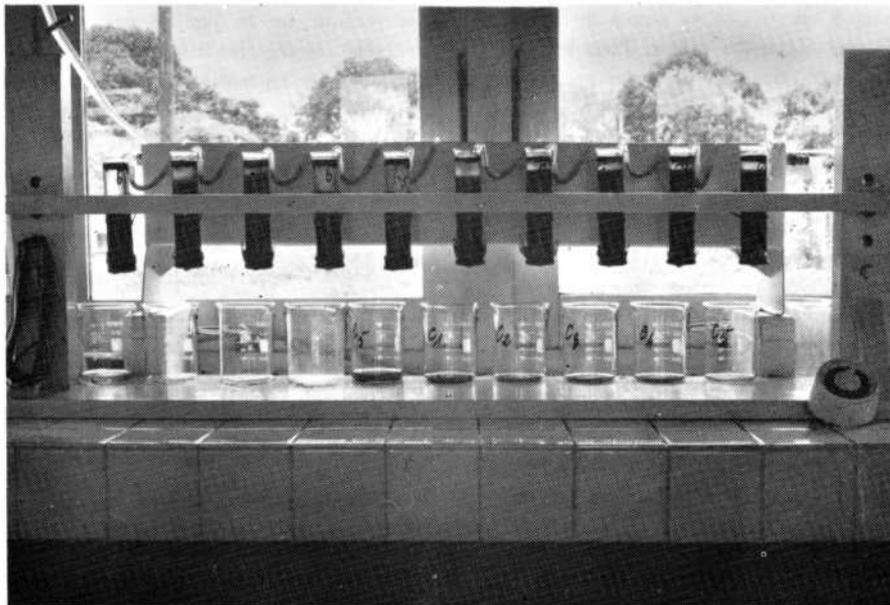


Photo 11. Dispositif utilisé pour les déterminations de la densité apparente et de l'indice de percolation.

ACTION DU SECHAGE ET DE LA CONGELATION

Afin de juger de l'influence du séchage et de la congélation, nous avons procédé à des analyses sur échantillons frais, congelés et séchés (abréviations F, C et S). Chaque détermination a été répétée cinq fois, de façon à pouvoir faire une étude statistique.

Sauf mention spéciale, tous les résultats figurant sur les tableaux sont exprimés par rapport à un poids de tourbe séchée à 105°C.

Matière organique.

Carbone total.

Les analyses de C sont résumées dans le tableau 1.

Le séchage et la congélation n'affectent pas les valeurs de C ; l'écart-type est plus faible sur les échantillons séchés ; ce résultat est logique car les prises d'essais sont plus homogènes, le mélange de l'échantillon ayant été fait avec le diviseur.

Carbone facilement biodégradable.

La comparaison a porté sur la quantité de carbone minéralisé après 1, 2 et 3 semaines d'incubation à la température ambiante (26°C), d'échantillons frais et congelés à -30°C pendant une semaine (Da échantillon n°1 : 0,25, n°2 : 0,40). L'évolution des courbes de la figure 4 indique que les quantités de CO₂ produites sont plus élevées pour la tourbe congelée, ce qui traduit une activation des micro-organismes par le froid. Dans une expérience similaire, on a mesuré le C minéralisé en une semaine, à la température ambiante, de sept échantillons conservés dix mois au congélateur. Les quantités de CO₂ produites sont élevées 44 à 57 mg de CO₂ pour 100 g de tourbe fraîche.

Ces divers résultats montrent que des micro-organismes habitués à vivre à une température de 22 à 35°C ne sont pas tués par le froid mais au contraire activés par la congélation. Cela montre la nécessité qu'il y a de procéder aux analyses ou au séchage des échantillons, le plus rapidement possible après leur décongélation.

Azote.

Azote total.

Le séchage entraîne une légère perte d'azote : 6 p. cent maximum pour les échantillons étudiés. La congélation seule n'a pas d'influence (tableau 2).

Azote minéral.

. Action du séchage.

Les échantillons séchés ont des teneurs en azote ammoniacal beaucoup plus élevées que ceux analysés frais, ce qui traduit une minéralisation d'azote organique en cours de la dessiccation (tableau 3a, figure 5). Il y a, néanmoins, une corrélation étroite entre les valeurs obtenues sur tourbe fraîche et séchée : $r = 0,92^{**}$.

Le séchage a une action faible sur l'analyse des nitrates (tableau 3b et figure 5). La droite de régression : NO₃ frais + NO₃ sec est pratiquement confondue avec la bissectrice.

. Action de la congélation.

La congélation a peu d'influence sur la teneur en NH₄ et NO₃ à condition d'effectuer l'extraction de l'azote minéral **immédiatement** après la décongélation des échantillons (tableau 3c et 3d). Des mesures réalisées sur de la tourbe fraîche et de la tourbe ayant été congelée pendant une semaine montrent, en effet, que la minéralisation de l'azote est activée par la mise au froid des échantillons ; N minéral évolue moins rapidement sur des échantillons frais que sur des échantillons congelés (tableau 4).

Complexe absorbant.

Cations alcalins et alcalino-terreux.

Dans nos conditions d'extraction avec 250 ml d'acétate d'ammonium, les quantités de calcium déplacé sont plus faibles quand la tourbe est séchée, mais en étroite relation avec les analyses effectuées sur tourbe fraîche : $r = 0,98^{**}$ (tableau 5 et figure 6). Rappelons, comme nous l'avons mentionné ci-dessus, que la méthode utilisée (5 g tourbe

TABLEAU 1 - Carbone total p. cent.

| Echantillons Da | 8504 0,14 | | | | 8503 -0,35 | | | | 3932 0,66 | | |
|------------------------------|--------------|------|------|--------|---------------|------|------|--------|--------------|------|--------|
| | F | C | C+S | test F | F | C | C+S | test F | F | C | test F |
| moyenne | 51,8 | 52,1 | 51,7 | NS | 41,6 | 41,3 | 41,9 | NS | 11,9 | 12,4 | NS |
| écart-type | 1,09 | 0,61 | 0,20 | | 0,47 | 0,38 | 0,27 | | 1,65 | 0,28 | |
| coefficient variation * % | 2,1 | 1,1 | 0,4 | | 1,1 | 0,9 | 0,6 | | 13,9 | 2,3 | |

* - C.V. % = écart-type/moyenne p. cent.

TABLEAU 2 - Azote total p. mille.

| Échantillons Da Traitements | 8503 | | | | 8504 | | | | 5293 | | | 6250 | | |
|-----------------------------------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|--------|------|------|--------|
| | F | C | C+S | ppds 5 % | F | C | C+S | ppds 5 % | F | C | test F | F | C | test F |
| moyenne | 16,8 | 16,4 | 16,0 | 0,41 | 17,4 | 17,5 | 16,6 | 0,98 | 9,9 | 9,3 | NS | 14,9 | 15,1 | NS |
| écart-type | 0,31 | 0,39 | 0,32 | | 0,39 | 1,33 | 0,16 | | 0,52 | 0,31 | | 0,07 | 0,12 | |
| C.V. % | 1,9 | 2,4 | 2,0 | | 2,2 | 7,6 | 1,0 | | 5,3 | 3,3 | | 0,5 | 0,8 | |

TABLEAU 3a - Action du séchage sur NH₄ (exprimé en mg/kg de N)

| Échantillons Da Traitements | 8504 | | | 6249 | | | 8503 | | | 6250 | | |
|-----------------------------------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|
| | F | C+S | test F | F | S | test F | F | C+S | test F | F | S | test F |
| moyenne | 170 | 213 | ** | 81 | 91 | ** | 9 | 62 | ** | 60 | 68 | ** |
| écart-type | 2,4 | 3,3 | | 1,0 | 1,5 | | 0,7 | 1,8 | | 1,8 | 1,2 | |
| C.V. % | 1,4 | 1,6 | | 1,2 | 1,6 | | 7,1 | 2,9 | | 3,0 | 1,8 | |

TABLEAU 3b - Action du séchage sur NO₃ (exprimé en mg/kg de N)

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|
| moyenne | 200 | 222 | ** | 95 | 92 | ** | 82 | 83 | NS | 82 | 78 | ** |
| écart-type | 4,7 | 6,7 | | 0,9 | 1,6 | | 1,5 | 3,4 | | 0,7 | 1,0 | |
| C.V. % | 2,4 | 3,0 | | 0,9 | 1,7 | | 1,8 | 4,2 | | 0,9 | 1,3 | |

TABLEAU 3c - Action de la congélation sur NH₄ (exprimé en mg/kg de N)

| Échantillons Da Traitements | 8504 | | | 8705 | | | 8503 | | | 8706 | | |
|-----------------------------------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|
| | F | C | test F |
| moyenne | 170 | 167 | * | 44 | 43 | NS | 9 | 13 | * | 9 | 19 | NS |
| écart-type | 2,4 | 3,1 | | 1,6 | 3,0 | | 0,7 | 3,2 | | 2,4 | 1,5 | |
| C.V. % | 1,4 | 1,8 | | 3,7 | 7,0 | | 7,1 | 2,5 | | 2,5 | 1,5 | |

TABLEAU 3d - Action de la congélation sur NO₃ (exprimé en mg/kg de N)

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|
| moyenne | 200 | 205 | NS | 81 | 85 | ** | 82 | 78 | ** | 83 | 87 | ** |
| écart-type | 4,7 | 2,8 | | 1,4 | 2,4 | | 1,5 | 0,6 | | 1,2 | 0,6 | |
| C.V. % | 2,4 | 1,4 | | 1,7 | 2,9 | | 1,8 | 0,4 | | 1,4 | 0,7 | |

Remarques tableaux 3c et 3d.

Les très faibles différences entre F et C statistiquement significatives correspondent probablement à un écart systématique entre les deux séries d'analyses qui ont été faites à quelques semaines d'intervalle.

TABLEAU 4 - Azote minéralisé en deux semaines (mg/kg de N)
Incubation «in vitro» à la température ambiante (26 C).

| | ammonification nette | nitrification nette |
|--|----------------------|---------------------|
|--|----------------------|---------------------|

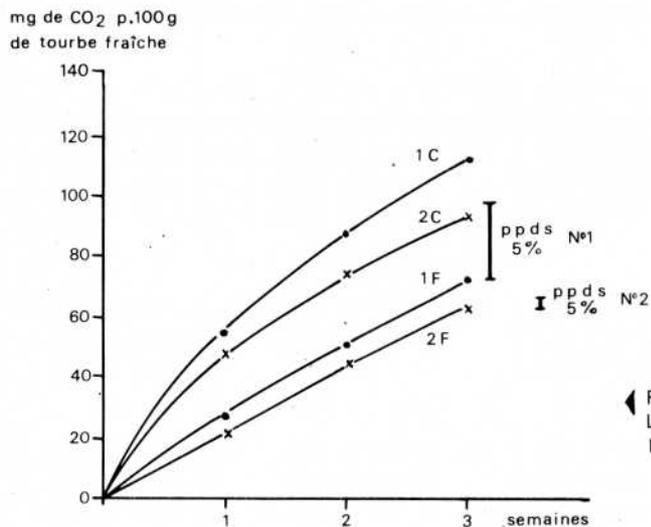


Fig. 4 • ACTION DE LA CONGELATION SUR LA QUANTITE DE CARBONE MINERALISE. INCUBATION "IN VITRO".

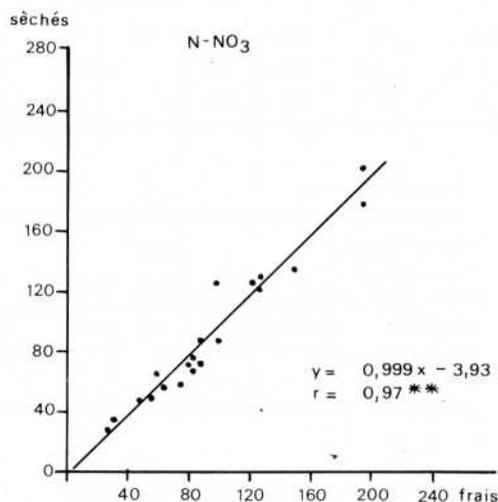
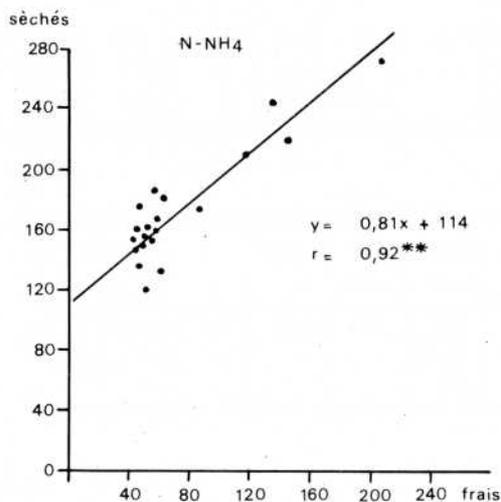


Fig. 5 • REGRESSIONS DES TENEURS EN N MINERAL (mg/kg) DES ECHANTILLONS FRAIS ET SECHES.

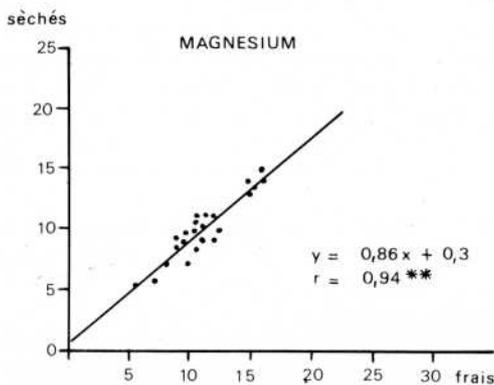
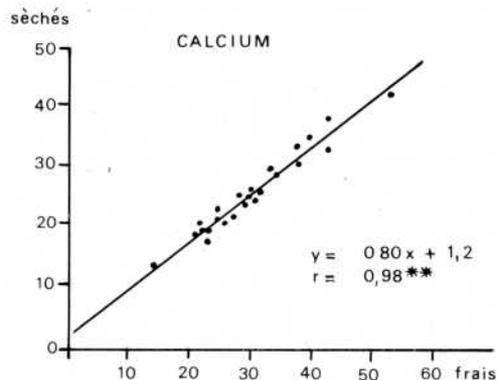


Fig. 6 • REGRESSIONS DES TENEURS EN Ca ET Mg (mé/100g) DES ECHANTILLONS FRAIS ET SECHES.

TABLEAU 5 - Calcium échangeable : mé/100 g.

| Echantillons Da Traitements | 8503 0,35 | | | | 8504 0,14 | | | | 5293 0,45 | | | 5295 0,17 | | |
|-----------------------------------|--------------|------|------|--------|--------------|-----|-----|-------------|--------------|------|--------|--------------|------|--------|
| | F | C | C+S | test F | F | C | C+S | ppds 5 % | F | S | test F | F | S | test F |
| moyenne | 24,6 | 22,9 | 23,6 | NS | 7,2 | 6,9 | 6,5 | 0,4 | 11,6 | 11,2 | NS | 22,0 | 20,0 | * |
| écart-type | 0,8 | 0,9 | 1,8 | | 0,5 | 0,1 | 0,2 | | 0,6 | 0,3 | | 0,9 | 0,7 | |
| C.V. % | 3,3 | 4,0 | 7,7 | | 6,3 | 1,6 | 2,3 | | 5,2 | 2,8 | | 4,0 | 3,4 | |

TABLEAU 6 - Magnésium échangeable : mé/100 g

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|
| moyenne | 10,9 | 10,9 | 10,4 | NS | 3,9 | 4,2 | 3,9 | NS | 5,9 | 5,7 | NS | 8,6 | 8,6 |
| écart-type | 0,3 | 0,7 | 0,5 | | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | 0,2 | 0,3 | | 0,2 | 0,5 |
| C.V. % | 2,9 | 6,7 | 4,9 | | 13 | 3,5 | 2,2 | | 3,2 | 5,6 | | 2,3 | 5,9 |

TABLEAU 7 - Potassium échangeable : mé/100 g.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|----|------|------|------|-----|------|------|---|------|------|----|
| moyenne | 4,1 | 4,2 | 4,1 | NS | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 0,1 | 0,6 | 0,6 | - | 2,7 | 2,8 | NS |
| écart-type | 0,07 | 0,03 | 0,07 | | 0,04 | 0,07 | 0,09 | | 0,02 | 0,02 | | 0,09 | 0,06 | |
| C.V. % | 1,6 | 0,7 | 1,7 | | 2,0 | 3,5 | 4,8 | | 2,9 | 3,1 | | 3,4 | 2,1 | |

TABLEAU 8 - Capacité d'échange : mé/100 g.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|------|-----|----|-----|------|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|
| moyenne | 88 | 89 | 91 | NS | 158 | 155 | 172 | 11 | 62 | 65 | NS | 123 | 121 | NS |
| écart-type | 5,6 | 12,6 | 7,4 | | 9,1 | 12,6 | 1,7 | | 3,2 | 1,4 | | 4,7 | 3,5 | |
| C.V. % | 6,3 | 14 | 8,1 | | 5,8 | 8,1 | 1,0 | | 5,2 | 2,1 | | 3,8 | 3,0 | |

TABLEAU 9 - pH.

| Echantillons Traitements | 8503 | | | | 8504 | | | | 529 | | 5295 | |
|-----------------------------|------|------|-----|--------|------|------|------|--------|-----|-----|------|-----|
| | F | C | C+S | test F | F | C | C+S | test F | F | S | F | S |
| moyenne | 4,5 | 4,5 | 4,6 | NS | 2,8 | 2,8 | 2,9 | NS | 3,8 | 3,8 | 3,1 | 3,1 |
| écart-type | 0,12 | 0,05 | 0 | | 0 | 0,03 | 0,02 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C.V. % | 2,7 | 1,2 | - | | - | 1,0 | 0,8 | | - | - | - | - |

TABLEAU 10 - Phosphore assimilable (P₂O₅ p. mille).

| Echantillons Traitements | 8503 | | | | 8504 | | | | 5293 | | | 5295 | | |
|-----------------------------|------|------|------|---------|------|------|------|---------|------|------|--------|------|------|--------|
| | F | C | C+S | ppds 5% | F | C | C+S | ppds 5% | F | S | test F | F | S | test F |
| moyenne | 2,12 | 2,10 | 2,65 | 0,13 | 0,31 | 0,32 | 0,42 | 0,02 | 0,85 | 1,12 | ** | 0,46 | 0,76 | ** |
| écart-type | 0,08 | 0,09 | 0,11 | | 0,02 | 0,01 | 0,00 | | 0 | 0,02 | | 0 | 0 | |
| C.V. % | 3,8 | 4,1 | 4,1 | | 5,6 | 2,7 | 1,2 | | - | 1,9 | | - | - | |

TABLEAU 11 - Action du séchage et de la congélation sur la mesure de Da.

| Echantillons Traitements | 141 | | | | 855 | | | |
|-----------------------------|-----|---|----|---------|-----|---|----|---------|
| | F | C | S* | ppds 5% | F | C | S* | ppds 5% |

TABLEAU 12 - Densité réelle.

| Échantillons Da Traitements | 8705 0,17 | | | | 8902 0,27 | | | | 8706 0,37 | | | |
|-----------------------------------|--------------|------|------|--------|--------------|------|------|--------|--------------|------|------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | test F | 1 | 2 | 3 | test F | 1 | 2 | 3 | test F |
| moyenne | 1,64 | 1,62 | 1,69 | NS | 1,67 | 1,65 | 1,66 | NS | 1,78 | 1,82 | 1,77 | NS |
| écart-type | 0,11 | 0,07 | 0,11 | | 0,005 | 0,04 | 0,02 | | 0,08 | 0,07 | 0,04 | |
| C.V. % | 6,4 | 4,4 | 6,6 | | 0,3 | 2,4 | 1,3 | | 4,3 | 3,9 | 2,0 | |

TABLEAU 13 - Action du séchage et de la congélation sur la mesure de l'indice de percolation (K cm/heure).

| Échantillons Traitements | 141 | | | | 855 | | | |
|-----------------------------|------|------|-------|----------|------|------|--------|--------|
| | F | C | S* | test F** | F | C | S* | test F |
| moyenne | 7,29 | 5,56 | 97,02 | ** | 2,03 | 1,02 | 122,80 | ** |
| écart-type | 0,82 | 0,42 | 23,69 | | 0,17 | 0,10 | 8,15 | |
| C.V. % | 11 | 8 | 24 | | 8 | 10 | 7 | |

* - sur tourbe préhumidifiée avec un mélange : eau-alcool:

** - les tests F sont calculés entre F et C seulement.

TABLEAU 14 - Humidité pondérale (p. cent) à pF 2,5

| Échantillons Traitements | 141 | | | | | 855 | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|---------|-------|-------|------|------|---------|
| | F | C | Se | Sa | ppds 5% | F | C | Se | Sa | ppds 5% |
| moyenne | 91,3 | 88,3 | 36,6 | 60,3 | 2,8 | 170,9 | 169,7 | 31,4 | 69,2 | 9,9 |
| écart-type | 2,5 | 1,8 | 1,5 | 0,3 | - | 8,6 | 6,6 | 0,9 | 1,5 | - |
| C.V. % | 2,8 | 2,1 | 4,0 | 0,6 | - | 5,1 | 3,9 | 2,8 | 2,2 | - |

TABLEAU 15 - Humidité pondérale (p. cent) à pF 4,2

| Échantillons Traitements | 141 | | | | | 855 | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|---------|-------|-------|------|------|---------|
| | F | C | Se | Sa | ppds 5% | F | C | Se | Sa | ppds 5% |
| moyenne | 53,1 | 46,4 | 25,4 | 41,7 | 1,7 | 124,9 | 110,7 | 32,0 | 65,1 | 2,7 |
| écart-type | 1,6 | 1,1 | 1,3 | 0,8 | | 1,6 | 3,0 | 0,3 | 0,4 | |
| C.V. % | 3,0 | 2,3 | 4,9 | 1,9 | | 1,3 | 2,8 | 1,1 | 0,6 | |

sèche, 250 ml $\text{CH}_3\text{COONH}_4$) n'extrait qu'une partie de Ca réellement échangeable, fraction que nous avons qualifiée de «facilement échangeable».

Le magnésium déplacé est, également, un peu plus faible sur échantillon séché, mais le coefficient de corrélation est élevé : $r = 0,94^{**}$ (tableau 6, figure 6).

Le séchage a peu d'influence sur l'extraction du potassium.

Deux causes peuvent être invoquées pour expliquer les valeurs les plus faibles en Ca et Mg des échantillons séchés.

1. la tourbe séchée et prémouillée à l'alcool a une structure grumelleuse très stable et l'échange des cations à l'intérieur des agrégats est moins complet que sur tourbe fraîche.

2. Les percolats sont jaunes beaucoup plus foncés quand l'extraction est faite sur tourbe non séchée, ils sont donc plus riches en composés organiques hydrosolubles. On peut penser qu'un peu de calcium et de magnésium liés à la matière organique sont entraînés au cours de la percolation à l'acétate d'ammonium. Un test effectué sur trois échantillons de tourbe séchée a montré que la fraction : Ca et Mg extraite par percolation de 250 ml

d'eau représentait 4 à 10 p. cent du calcium et du magnésium déplacé par l'acétate, ce qui confirme l'entraînement de Ca et Mg hydrosolubles.

La congélation ne modifie pas les résultats des analyses de Ca, Mg et K.

Aluminium échangeable.

La comparaison n'a porté que sur un seul échantillon, ce qui ne permet pas de conclure sur les effets du séchage. Pour l'échantillon considéré, Al^{+++} échangeable est significativement plus élevé quand la tourbe est séchée : 87 ppm contre 57 ppm (coefficients de variations : frais = 11 p. cent, sec = 4 p. cent).

Capacité d'échange cationique.

Le séchage ne modifie pas les valeurs de la capacité d'échange (tableau 8). Pour l'échantillon 8504, la CEC plus élevée sur l'échantillon séché (plus 9 p. cent) est probablement due à un écart entre séries d'analyses et non à un effet du séchage.

pH.

Il n'y a aucun effet de la dessiccation et de la congélation sur la mesure du pH (tableau 9).

Phosphore assimilable.

Le phosphore extractible à l'acide citrique à 2 p. cent est plus élevé de 15 p. cent, en moyenne, lorsque la tourbe a été séchée (tableau 10 et figure 7), mais les valeurs obtenues sur des échantillons analysés secs et frais sont très étroitement corrélées : $r = 0,99^{**}$. La congélation n'a aucun effet. Les méthodes de dosage du phosphore assimilable étant purement conventionnelles, nous effectuons, pour des raisons pratiques, cette analyse sur tourbe séchée mais tenons compte de cet effet de la dessiccation lors de l'interprétation des résultats.

Densité apparente.

Action du séchage.

Densité réelle (Dr).

Le problème de la réhumidification de la tourbe sèche a été résolu en remplissant les picnomètres avec un mélange eau-alcool (2/3 eau, 1/3 alcool à 95-97°C). On a comparé trois méthodes :

1. tourbe fraîche,
2. tourbe séchée tamisée à 2 mm,
3. tourbe séchée tamisée à 0,2 mm.

Les résultats du tableau 12 montrent que les trois méthodes donnent des valeurs de Dr équivalentes. Sans qu'il soit absolument indispensable de tamiser à 0,2 mm, on a intérêt à broyer finement la tourbe, ce qui facilite le dégazage.

Indice de percolation.

Action du séchage.

Le séchage modifie totalement la perméabilité du sol ; pour l'échantillon 855, l'indice K est 60 fois plus élevé sur tourbe séchée que sur tourbe fraîche (tableau 13).

Action de la congélation.

Les indices K sont toujours plus faibles lorsque la tourbe a été congelée, mais il y a une corrélation très étroite entre les mesures effectuées sur sol frais et sur sol conservé au congélateur : $r = 0,96^{**}$ (tableau 13 et figure 9). Précisons que cet indice de percolation n'a pas de signification agronomique, comme il peut en avoir dans les sols minéraux. La tourbe gonfle quand on la sature d'eau ; étant enfermée dans un tube, elle ne peut se dilater comme elle le fait dans le sol en place. De ce fait, elle subit un tassement qui a pour effet de réduire la vitesse d'infiltration de l'eau, alors qu'au champ la tourbe absorbe l'eau «comme une éponge». Ce test qui permet, néanmoins, de comparer des tourbes entre elles n'est utilisé que pour des études très spécifiques.

Caractéristiques hydriques.

Action du séchage.

Le séchage modifie très fortement les caractéristiques hydriques de la tourbe (tableaux 14 et 15). On notera les

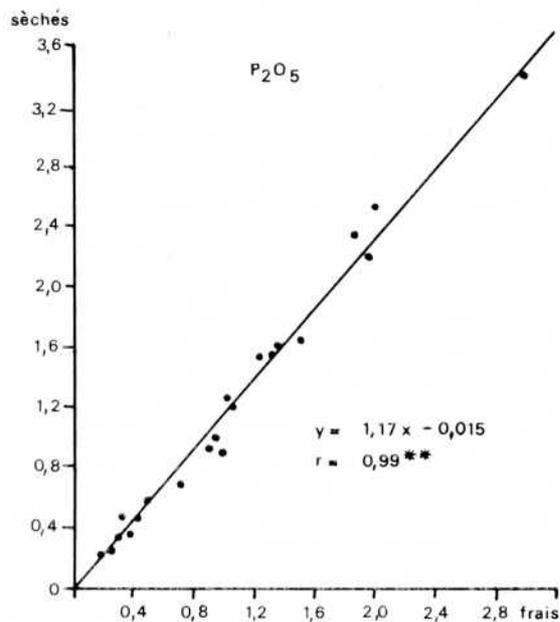


Fig. 7 • REGRESSIONS DES TENEURS EN P_2O_5 p mille DES ECHANTILLONS FRAIS ET SECHES.

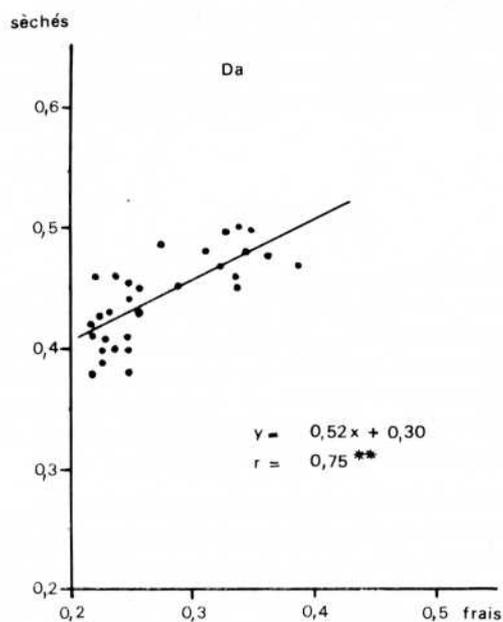


Fig. 8 • REGRESSION DES MESURES DE LA Da DES ECHANTILLONS FRAIS ET SECHES.

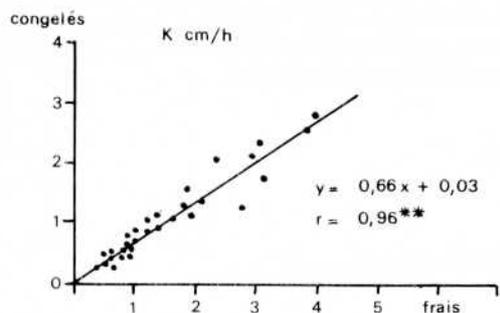


Fig. 9 • REGRESSION DE L'INDICE DE PERCOLATION (K cm/h) DES ECHANTILLONS FRAIS ET CONGELES.

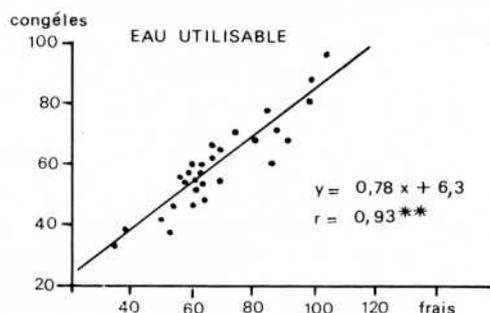


Fig. 11 • REGRESSION DES TENEURS EN EAU UTILISABLE (p.cent) DES ECHANTILLONS FRAIS ET CONGELES.

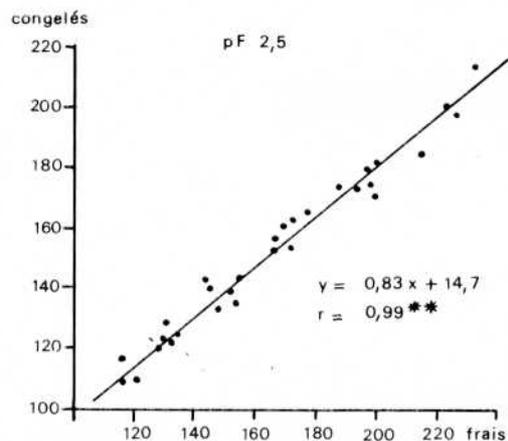
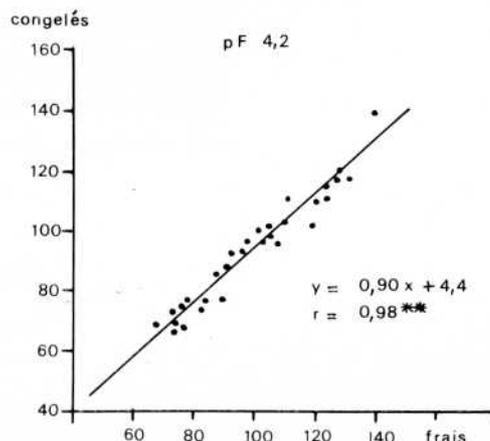


Fig. 10 • REGRESSIONS DES HUMIDITES PONDERALES (p.cent) A pF 2,5 ET A pF 4,2 DES ECHANTILLONS FRAIS ET CONGELES.



L'eau «utilisable» définie par la différence entre pF 2,5 et pF 4,2 est, également, plus faible lorsque les analyses sont faites sur tourbe décongelée, mais comme pour les pF, il y a une liaison étroite ($r = 0,93^{**}$) entre les deux mesures (figure 11).

CONCLUSIONS

Les sols tourbeux posent quelques problèmes au niveau des analyses de laboratoire. Ceux-ci sont soit d'ordre pratique et dus au fait que certaines déterminations doivent obligatoirement être effectuées sur de la tourbe non séchée, soit en liaison avec la forte énergie de fixation des cations (CEC = 100 à 130 mé/100 g) qui rend l'extraction de ces derniers plus difficiles que dans les sols minéraux.

Après avoir décrit les principes des méthodes analytiques utilisées, méthodes qui ne diffèrent, de celles employées pour les sols minéraux, que sur des points de détail, nous avons étudié, pour chaque caractère, l'influence du séchage et de la congélation sur les résultats des analyses.

Le séchage a peu ou pas d'influence sur les caractères suivants : carbone total, potassium échangeable, capacité d'échange, pH.

Les quantités de calcium et de magnésium extraites par percolation à l'acétate d'ammonium sont un peu plus faibles sur tourbe séchée mais on observe l'inverse pour le phosphore assimilable extrait par la méthode DYER. Dans tous les cas, les corrélations entre les résultats obtenus sur sol frais et séché sont très étroites.

Le séchage provoque une légère perte d'azote total, probablement sous forme d'ammoniac, et au contraire une forte augmentation de NH_4^+ mais non de NO_3^- .

Les caractéristiques physiques (densité apparente, indice de percolation, pF) sont totalement modifiées par la dessiccation mais il est possible de mesurer la densité réelle d'une tourbe sèche par la méthode picnométrique, à condition d'utiliser un mélange : eau-alcool, au lieu d'eau pure.

La congélation a peu d'incidence sur les analyses chimiques, toutefois la matière organique et l'azote se minéralisent plus vite quand la tourbe a été congelée, que lorsqu'elle est fraîche ; il est donc indispensable d'effectuer les analyses ou le séchage dès que les échantillons sont décongelés.

La conservation au froid n'a pas d'action sur la mesure de la densité apparente, par contre les indices de percolation et les humidités à un pF donné sont toujours plus faibles sur tourbe congelée, mais les résultats entre «frais» et «congelés» sont étroitement corrélés.

BIBLIOGRAPHIE

- DUVAL (L.). 1962.
Dosage céruléomolybdique de l'acide phosphorique dans les sols, les végétaux et les engrais.
Ann. agron., 13, 5, 469-482.
- GODEFROY (J.). 1977.
Précision des analyses pédologiques.
Fruits, 32, 1, 9-14.
- HENIN (S.), MONNIER (G.) et GRAS (R.). 1969.
Le profil cultural.
Masson et Cie éd.
- ORSINI (L.) et REMY (J.C.). 1976.
Utilisation du chlorure de cobalthexamine pour la détermination simultanée de la capacité d'échange et des bases échangeables des sols.
Science du Sol, n°4, 269-275.

