



CHANGEMENTS ET EVOLUTION DES QUELQUES FORMES AZOTEES  
DE L'HUMUS APRES FERTILISATION AVEC L'UREE

par

A. Gonzalez



## INTRODUCTION

L'emploi d'un fertilisant azoté, dont les caractéristiques principales sont le taux élevé en azote, la solubilité et la facilité de décomposition hydrolytique, soulève des problèmes intéressants pour ceux qui étudient les transformations de l'azote dans le sol. La pratique rationnelle et rentable de la fertilisation forestière implique forcément une connaissance approfondie du processus qui a lieu dans le sol (humus) lorsqu'on applique la fertilisation en étude. Disposant aujourd'hui d'une abondante bibliographie concernant l'usage de l'urée comme fertilisant (Bernier, 1966), spécialement en agriculture, nous pouvons donc aborder avec une connaissance accrue les problèmes de la fertilisation azotée en milieu forestier.

La présente étude qui s'inscrit à l'intérieur d'un programme multidisciplinaire se limite à chiffrer les pertes de l'azote ammoniacale, humique et fulvique dans les eaux de drainage, à évaluer les variations du pH dans ces eaux et à connaître les transformations que subissent les différentes formes azotées présentes dans l'humus comme conséquence de l'application de l'urée.

## MATERIEL ET METHODES

Des blocs d'humus, le sol minéral étant éliminé, ont été prélevés dans les trois secteurs expérimentaux de Grande-Vallée, du parc des Laurentides et du lac Madeleine. Ces blocs, pesés sur place (poids moyen d'un bloc = 25 livres) furent transportés au laboratoire et placés

Il importe de souligner que les humus étudiés n'avaient été fertilisés qu'avec un seul niveau d'azote, soit 300 lb/acre. En ce qui concerne ces résultats obtenus avec les fractions organiques extraites au pyrophosphate, nous soulignons le fait que l'azote provenant de la décomposition d'hydrolytique de l'urée est susceptible d'être intégré aux structures des fractions humiques et fulviques. Cela veut dire que ces substances peuvent stocker une partie de l'azote ajouté qui pourra être libéré lentement et mis à la disposition des arbres suivant le processus normal de minéralisation. Celle-ci sera plus ou moins facile selon le degré de complexité structurale des substances d'où l'azote fait partie.

D'autre part, la mobilisation des fractions organiques de l'humus que provoque l'addition de l'urée, telle qu'observée au cours de l'expérience in vitro, nous pose des problèmes étant donné que cette mobilisation ne peut qu'avoir un effet néfaste pour le potentiel azoté de l'humus et, probablement, une action qui peut favoriser la translocation des éléments minéraux dans les horizons en-dessous de la couche d'humus. Utilisant les résultats obtenus sur l'entraînement de l'azote humique et fulvique dans les eaux de drainage comme point de départ, nous espérons obtenir dans une expérience subséquente, des renseignements plus précis en ce qui a trait à la nature de l'azote, soit dans l'humus, soit dans les eaux de drainage.

dans des bacs de plastique d'une superficie de 1.79 pied carré munis d'un système de drainage. Sur ces blocs nous avons répété en laboratoire l'expérience faite sur le terrain, c'est-à-dire un bloc témoin et nous avons appliqué sur les autres blocs des doses d'urée de 100, 200 et 300 lb/N/acre soit 4, 8 et 12 g/urée par bac respectivement. Etant donné le caractère exploratoire de l'expérience, nous n'avons pas jugé à propos de procéder à des répétitions.

Le dosage de l'azote sous les trois formes N-ammoniacal, N-humique et N-fulvique s'est effectué par nesslerisation en s'inspirant des méthodes décrites par Buchi (1953), par Bremner (1965) et améliorées par Cornfield (1961) et Mahendrappa (1969). La densité optique des eaux de drainage a été déterminée à l'aide d'un spectrophotomètre Beckman, Model DU; le degré d'acidité de ces eaux à l'aide d'un pH-mètre Coleman. La technique employée pour déceler rapidement les principales formes azotées de l'humus échantillonné fut celle de l'hydrolyse acide décrite par Bremner (1965).

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de cette expérience préliminaire sont présentés graphiquement aux figures 1 à 5.

### Azote ammoniacal (Figure 1)

Les quantités d'azote ammoniacal trouvées dans les eaux de drainage pendant la durée de l'expérience, soit 8 semaines, représentent de 25 à 30% de l'azote ajouté. L'addition d'urée sur nos blocs d'humus

se traduit donc par une libération assez considérable des ions ammonium, ceux qui ne sont pas retenus par le complexe absorbant apparaissent rapidement dans les eaux de drainage. En effet, dès la première semaine, on constate que plus la quantité d'urée ajoutée est considérable plus la perte en azote ammoniacal dans les eaux de drainage est considérable. Il est évident que l'addition continue d'eau se traduit avec le temps par un délavage complet de l'azote ammoniacal ajouté à l'humus. En tenant compte de la précipitation moyenne sur les secteurs expérimentaux, nous pourrions mieux évaluer la quantité d'azote ammoniacal entraîné dans les eaux de drainage. Il importe de souligner que, à la fonte des neiges au printemps, les milieux forestiers sont sursaturés d'eau et que rarement, durant le cours de l'été, la nappe phréatique atteint la couche humifère du sol. Des études subséquentes, en tenant compte des facteurs d'humidité du milieu, apporteront plus de lumière sur la magnitude des pertes en azote ammoniacal dans les milieux étudiés et sur le temps le plus propice à la fertilisation azotée.

#### Azote humique et fulvique (Figure 2)

Alors que l'azote ammoniacal (Figure 1) s'accumulait dans les eaux de drainage dès la première semaine, l'azote lié à la fraction fulvique s'accumule plutôt entre la deuxième et la troisième semaine, tandis que l'azote humique se comporte comme l'azote ammoniacal après la première semaine de l'expérience mais se perd dans les eaux de drainage avec une vitesse accrue dès la deuxième semaine.

### Densité optique des eaux de drainage (Figure 3)

La densité optique des eaux de drainage recueillies après la fertilisation avec 100, 200 et 300 lb/N/acre nous renseigne très bien sur la mobilisation des fractions organiques. En effet, pour une longueur d'onde donnée, soit 450 m $\mu$  dans notre cas, une détermination quotidienne de la densité optique est une méthode rapide de suivre l'évolution des substances humiques dans les eaux de drainage. On peut même se servir de cette méthode pour évaluer, quoique de façon approximative, le taux en carbone organique des eaux de drainage. La Figure 3 illustre bien l'évolution des eaux de drainage après l'application de l'urée. En effet, au cours de la première semaine on atteint le maximum en ce qui concerne les substances humiques. Pour le matériel fulvique, il atteint son maximum au cours de la troisième semaine.

### Variation du pH dans les eaux de drainage (Figure 4)

Dans les trois niveaux de fertilisation étudiés, le pH des eaux de drainage n'augmente que très légèrement au cours des huit semaines qu'a duré l'expérience et atteint un degré également légèrement différent dans le bloc ayant servi de témoin. Ces résultats indiquent que l'addition de l'urée a certainement influencé le degré d'acidité de l'humus forestier. D'un pH d'environ 4 au début, les eaux de drainage ont diminué en acidité pour atteindre un pH supérieur de 5 là où le plus haut niveau de fertilisation azotée a été appliqué. Un tel changement de pH laisse présumer que, en milieu naturel, l'augmentation devrait être plus considérable puisque les éléments sont davantage retenus dans l'humus qui ne subit pas un délavage

aussi considérable et aussi continu. De tels résultats ne peuvent qu'avoir une influence immédiate sur les strates du tapis végétal et en conséquence sur la décomposition de la végétation au sol et peut-être aussi sur la concentration en azote dans les tissus végétaux de ces plantes.

Différentes formes azotées de l'humus (H) et la litière (L) (Figure 5)

Etant donné que nos études n'ont porté que sur deux échantillons: un témoin et un autre fertilisé avec 300 lb/N/acre, les résultats obtenus sont encore trop fragmentaires pour en tirer quelques conclusions d'ordre pratique. Cependant, comme première approximation, nous avons pu observer des variations intéressantes en ce qui a trait à l'azote distillable et insoluble après hydrolyse. On constate en effet l'impact de l'urée sur l'humus fertilisé par rapport à l'humus non fertilisé, et que les variations des différentes formes d'azote sont beaucoup plus perceptibles au sein de l'horizon H que celui de la litière. Fait à noter, nous avons également remarqué (Figure 1) que l'azote ammoniacal extrait au sulfate d'aluminium reflétait aussi le niveau de traitement azoté. Nous constatons de légères augmentations dans le taux en azote insoluble et, comme il fallait s'y attendre, ces augmentations sont plus prononcées dans la teneur en azote distillable et ammoniacal. Par contre, l'azote-aminé et sucre-aminé ne semblent pas avoir subi des variations appréciables par suite de la fertilisation même avec une quantité aussi considérable que 300 lb/N/acre. Il est remarquable de constater le peu de variations des différentes formes d'azote entre les sols des



trois secteurs expérimentaux. Ces résultats, quoique très fragmentaires, nous laissent soupçonner que, pour des niveaux intermédiaires (100 et 200 lb/N/acre), les variations quantitatives des différentes formes d'azote ne devraient pas être considérables.

### CONCLUSIONS

Les résultats obtenus de cette expérience in vitro, quoique forcément préliminaires en raison du nombre limité d'échantillons, ont tout de même montré que la mobilisation de l'azote ammoniacal atteint son maximum entre la première et la deuxième semaine qui suivent l'addition de l'urée au sol. L'observation d'un lessivage intense des substances humiques de l'humus doit être retenue en raison des implications que ces substances peuvent avoir sur les horizons minéraux du sol. Le pH des eaux de drainage ne montre pas de changements importants par suite d'addition de différentes quantités d'urée. Le peu de variations des principales formes azotées provenant d'échantillons hydrolysés ont été constatées.

Ces expériences préliminaires nous serviront de point de départ à des études in vitro plus élaborées en vue d'une meilleure appréciation des changements et de l'évolution des principales formes azotées de l'humus après fertilisation avec l'urée.

REFERENCES

- Bremner, J.M. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Amer Soc. Agron. Inc. Publis. Madison USA.
- Buchi, J. 1953. Die photometrische Ammoniak-bestimmung mit Nessler reagents. Pharmaceutica Acta Helveticae. 28: 237-251.
- Cornfield, A.H. 1961. A simple technique for determining mineralization of carbon during incubation of soils treated with organic materials. Plant & Soil, 14 (1): 90-93.
- Mahendrappa, M.K. 1969. Preliminary studies on ammonia volatilization from urea fertilized soil under a black spruce stand. Int. Rep. M-43. For. Res. Lab. Fredericton, N.B.

Fig. 1. Azote ammoniacal trouvé dans les eaux de drainage.

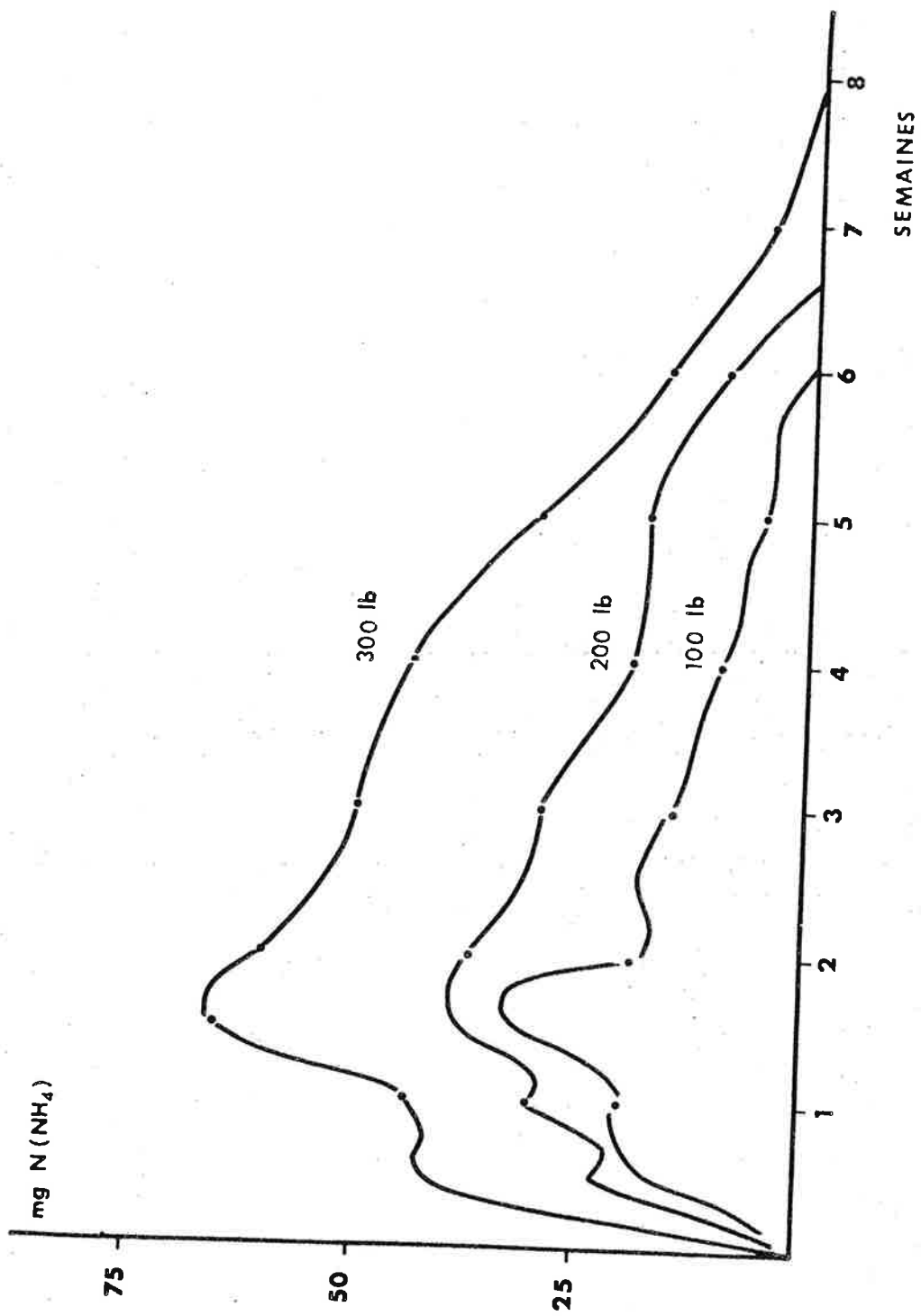


Fig. 2. Azote humique et fulvique des eaux de drainage d'un bloc  
d'humus fertilisé avec 300 lb/N/acre.

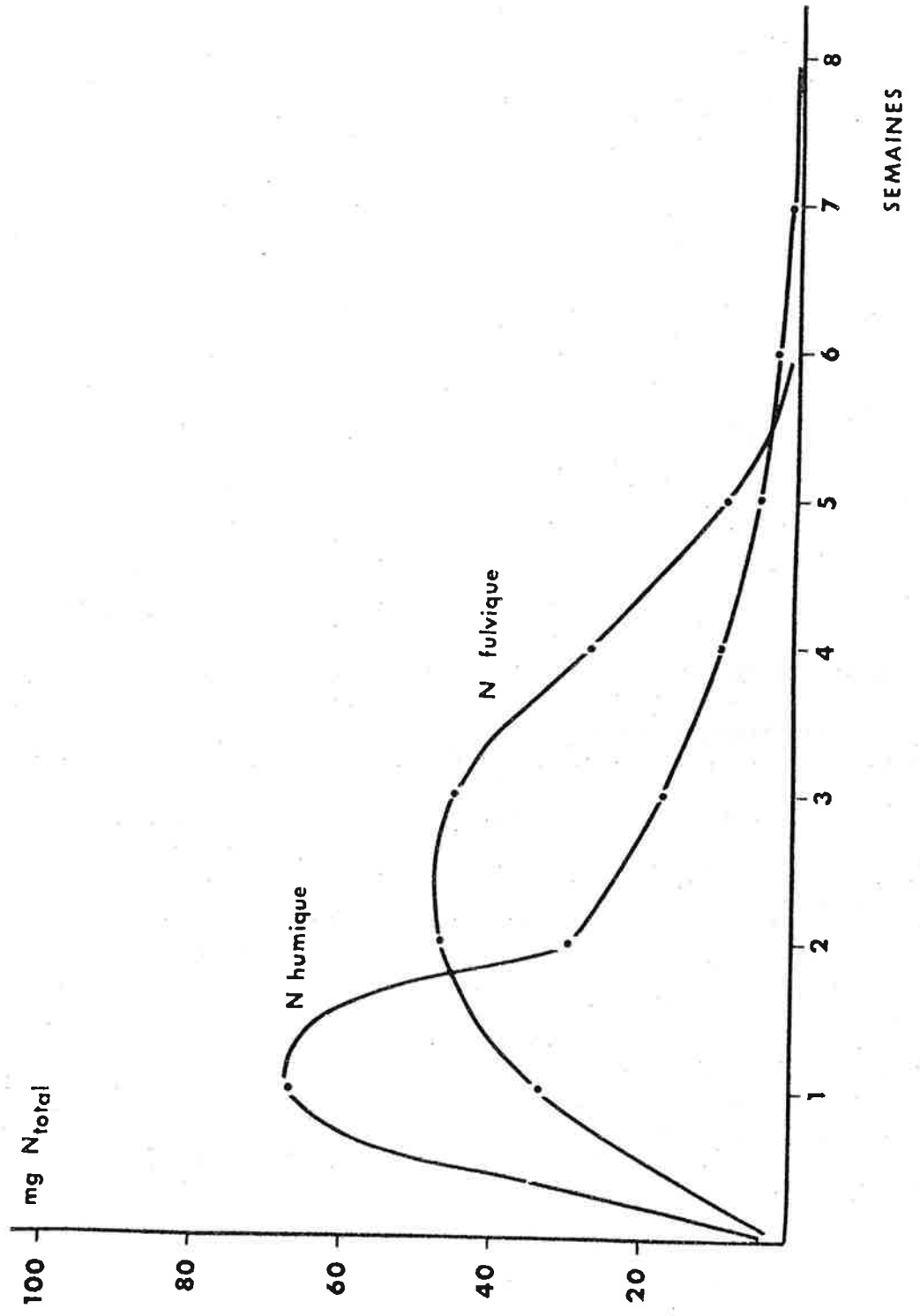


Fig. 3. Variations de la densité optique des eaux de drainage en fonction du temps.

DENSITE OPTIQUE  
des eaux de drainage.

(  $\lambda = 450 m\mu$  )

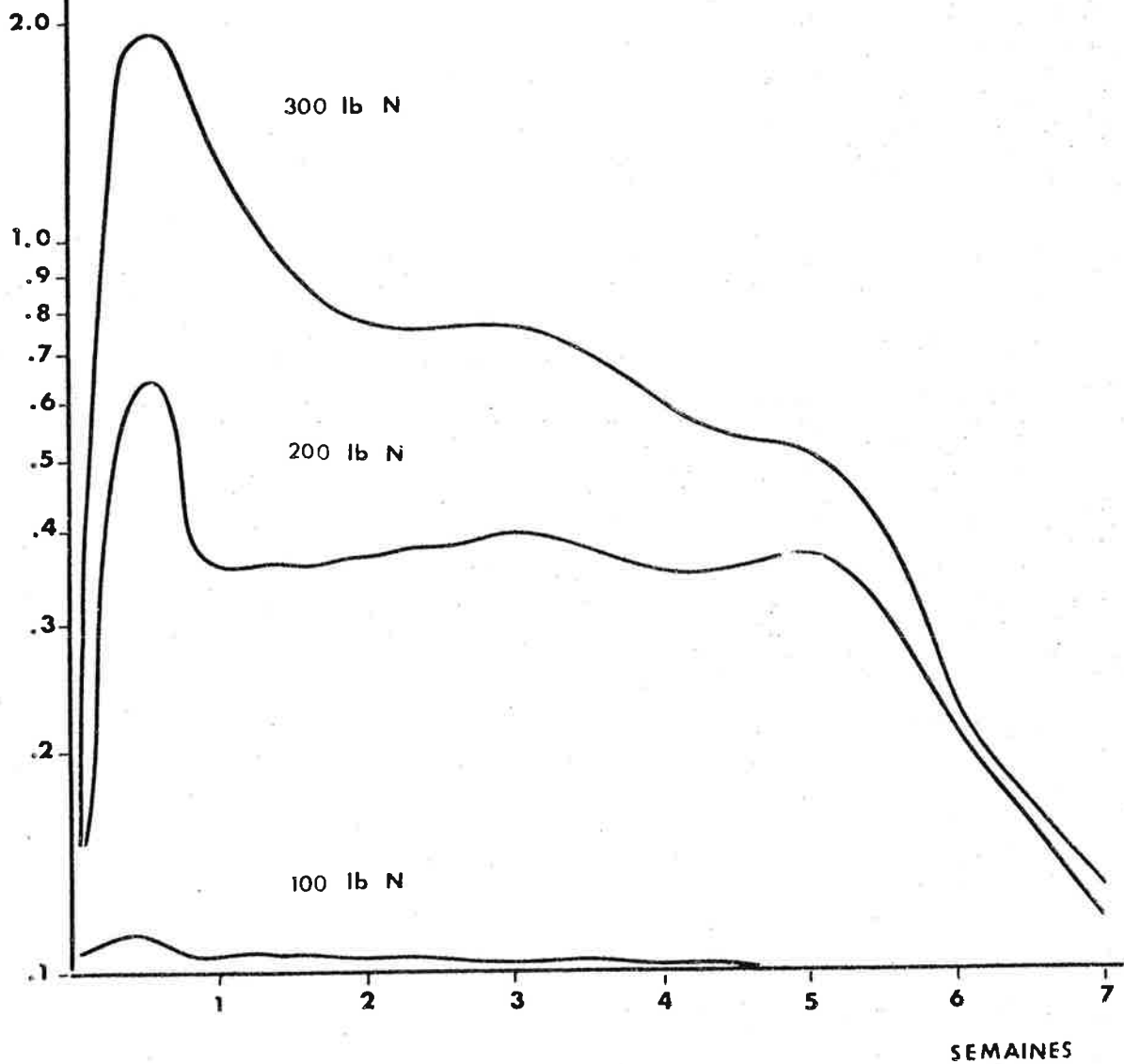
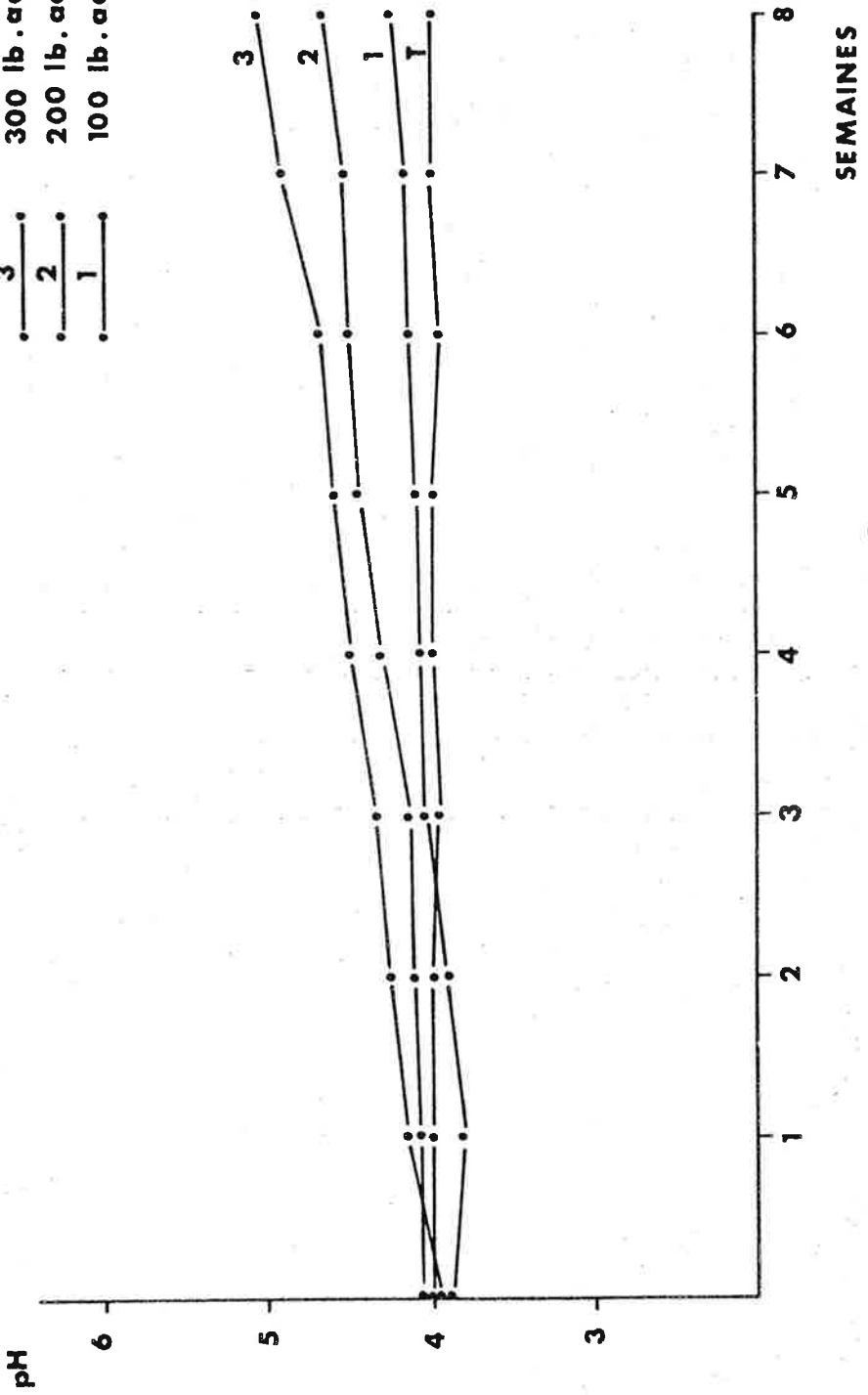




Fig. 4. Variations du pH observées dans le drainage des blocs  
d'humus fertilisés.

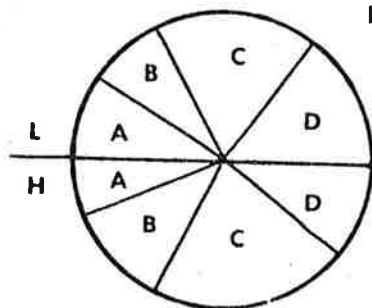
T  
 3  
 2  
 1

témoin  
 300 lb. acre  
 200 lb. acre  
 100 lb. acre



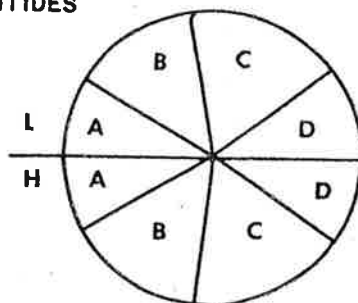
**Fig.5.**Distribution des principales formes azotées dans l'hydrolysat des échantillons avant et après la fertilisation avec 300 lb/acre.

CONTROLE

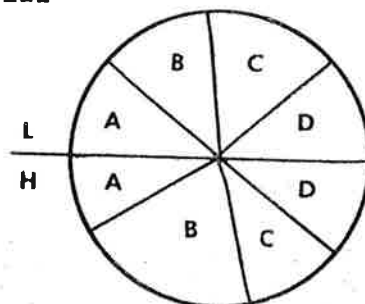
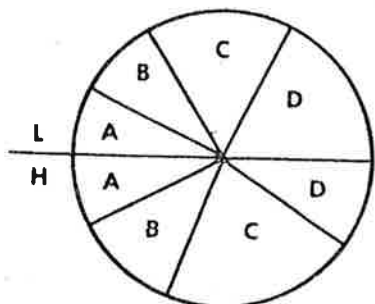


PARC LAURENTIDES

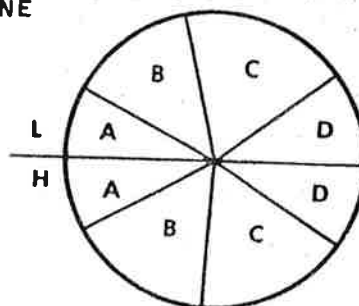
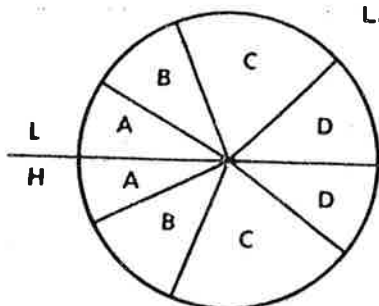
FERTILISE



GRANDE VALLÉE



LAC MADELEINE



RÉSULTATS EXPRIMÉS EN POURCENT DE L'AZOTE TOTAL

A = N-Insoluble

B = N-Distillable = N-Ammoniacal + N-Sucre aminé.

C = N- $\theta$  aminé

D = N-non identifié