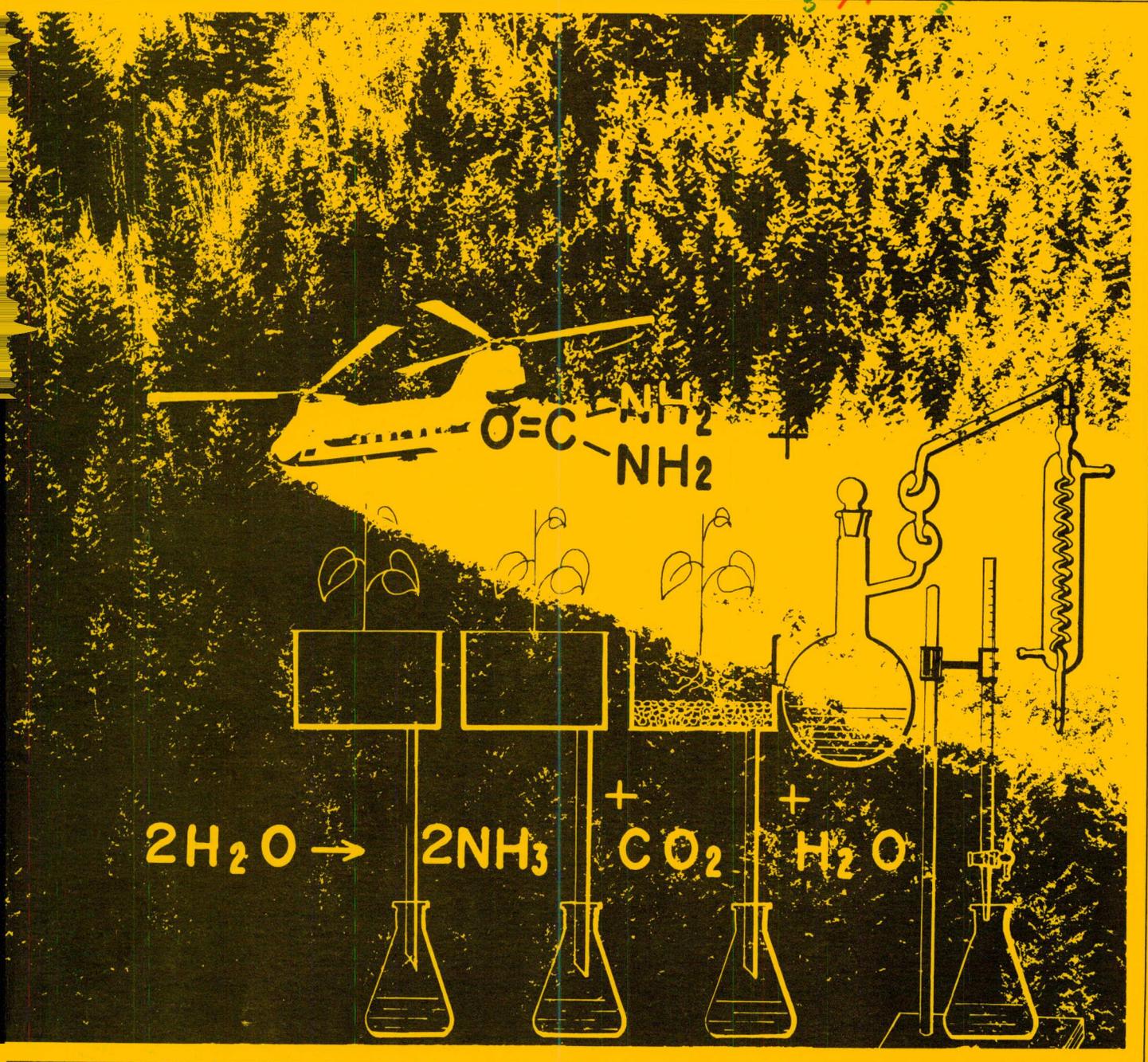


# ACTION D'UNE FERTILISATION N-P-K IN VITRO SUR UN HUMUS NATUREL : CHANGEMENTS OBSERVÉS DANS LES PRODUITS DE LESSIVAGE

par

A. Gonzalez et G. Hubert



ACTION D'UNE FERTILISATION N-P-K IN VITRO  
SUR UN HUMUS NATUREL: CHANGEMENTS OBSERVES  
DANS LES PRODUITS DE LESSIVAGE

A. GONZALEZ ET G. HUBERT

RAPPORT D'INFORMATION LAU-X-1  
JUILLET 1973

CENTRE DE RECHERCHES FORESTIERES DES LAURENTIDES  
MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT  
SERVICE CANADIEN DES FOREST  
1080 ROUTE DU VALLON  
C.P. 3800  
SAINTE FOY, QUEBEC  
GLV 4C7

Exemplaires disponibles

Couverture Jose Cantalejo

## TABLE DE MATIERES

RESUME .....	iii
ABSTRACT .....	iv
INTRODUCTION .....	1
REVUE DE LITTERATURE .....	1
MATERIEL ET METHODES .....	2
RESULTATS ET DISCUSSIONS .....	6
CONCLUSIONS .....	14
BIBLIOGRAPHIE .....	16-18
TABLEAUX ET FIGURES .....	19-33

## RESUME

Un traitement combiné d'urée, de nitrate d'ammonium, de superphosphate triple et de chlorure de potassium a été appliqué in vitro à 32 blocs d'humus intact. Les produits du lessivage ont été recueillis et analysés hebdomadairement pendant 15 semaines.

Les résultats compilés nous ont fourni des renseignements concernant les aspects suivants:

1. Avantage considérable de l'urée par rapport au nitrate d'ammonium en ce qui concerne l'azote perdu par lessivage.
2. Différence entre la mobilité des formes ammoniacales selon la source azotée utilisée comme fertilisant: le lessivage des ions  $\text{NH}_4^+$  est cinq fois plus intense dans les blocs fertilisés avec nitrate d'ammonium.
3. Migration des formes nitriques et ammoniacales à travers l'humus; dans les blocs traités avec nitrate d'ammonium, les deux ions se déplacent à la même vitesse.
4. Action défavorable du phosphore et du potassium sur la rétention de l'azote par l'humus; la présence de ces deux fertilisants multiplie par 2.5 les pertes par lessivage de N-urée.
5. Effet sélectif de l'urée sur la solubilisation de la matière organique; pour le même niveau de fertilisation (300 lb N/ac), l'urée solubilise cinq fois plus de carbone organique que le nitrate d'ammonium.
6. Propriétés physico-chimiques des eaux lessivées; peu de variations dues aux traitements en ce qui a trait au pH et à la conductivité. Forte augmentation de la densité optique des drainages issus des humus traités avec l'urée.

ABSTRACT

Urea, ammonium nitrate, superphosphate and potassium chloride was applied in vitro to 32 intact humus blocks.

Weekly, for 15 weeks, leached products were collected and analyzed with the following results:

1. Greater advantage in using urea instead of ammonium nitrate when loss of nitrogen by leaching is considered.
2. Different mobility of ammonium forms depending on the source of nitrogen employed as fertilizer: the leaching of  $\text{NH}_4^+$  ions is five times higher in humus blocks fertilized with ammonium nitrate.
3. Both,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NH}_4^+$  migrate at the same rate in humus fertilized with ammonium nitrate.
4. The presence of phosphorus and potassium increases 2.5 times the loss of N-urea.
5. Specific effect of urea on solubilization of organic matter: at the same fertilization level, (300 lb N/ac) solubilization of organic carbon is five times greater with urea than with ammonium nitrate.
6. Changes in conductivity and pH were slight; optical density in solutions drained from urea treated humus was greatly increased.

## INTRODUCTION

La pratique de la fertilisation en forêt naturelle dans la province de Québec fait l'objet d'une attention particulière de la part de plusieurs organismes de recherche.

En effet, à la veille de la mise en application d'un vaste programme de fertilisation, les chercheurs concernés tentent d'obtenir le maximum d'information afin d'éviter les erreurs et de rendre l'opération la plus efficace possible. Dans ce sens, cette étude fait suite à d'autres déjà réalisées dans nos laboratoires (9, 10, 11), visant à mesurer les modifications que l'apport de l'urée pourrait introduire dans l'équilibre du milieu naturel.

Parallèlement, nous avons voulu étudier les effets de l'urée et du nitrate d'ammonium, soit seuls, soit en présence de fertilisants phosphatés ou potassiques.

## REVUE DE LITTERATURE

En ce qui concerne les pertes azotées par volatilisation et drainage, les expériences de Bobritskaya et Maskalenko (3) sont extrêmement intéressantes pour l'étude des transformations des ions  $\text{NO}_3^-$  et

$\text{NH}_4^+$  dans des sols podzoliques. Des travaux similaires ont été réalisés par Overrein (16) et Owens (18) utilisant des lysimètres et suivant le processus à l'aide du  $\text{N}^{15}$ . La mobilisation des éléments nutritifs de l'humus à la suite d'un apport d'urée et de sulfate d'ammonium a été étudiée in vitro par Jung et Dressel (12).

Les mécanismes d'absorption ainsi que l'hydrolyse de l'urée par voie chimique et biochimique ont été étudiés par Simpson et Melsted (19), Overrein (17), Chin et Krootje (4), et Anderson (1) entre autres.

Les pertes par volatilisation provoquées par l'application des fertilisants azotés ont fait l'objet de nombreuses études. Les travaux de Meyer et al. (15), Ernst et Massey (6), Gasser (8), Martin et Chapman (14), Volk (21) ainsi que plusieurs autres ont trait aux facteurs directement impliqués dans le processus de volatilisation, tels le pH, la température, l'humidité et la texture du sol. Finalement, mentionnons les résumés bibliographiques concernant la fertilisation forestière publiés par White et Leaf (22), Lee (13) et Armson (2).

#### MATERIEL ET METHODES

Le matériel comporte 32 blocs d'humus intact, d'une surface de  $884 \text{ cm}^2$ , d'un poids moyen de 4.5 kg prélevés dans une sapinière à

Hylocomium du Parc des Laurentides (10). Les blocs sont placés dans des bacs de plastique perforés à la base et transportés rapidement dans une chambre de croissance dont les caractéristiques ont été décrites précédemment (11). La figure 1 illustre le dispositif expérimental.

L'arrosage a été ajusté de façon à ce que les blocs reçoivent l'équivalent de 590 mm de précipitation annuelle, (140 ml/bac/jour) soit 40% de la précipitation enregistrée dans une station météorologique proche à l'endroit d'échantillonnage; cette quantité correspond à celle qui normalement atteint le sol après l'interception du couvert forestier (7).

Avant l'application des fertilisants, les blocs d'humus ont été placés en observation pendant 15 jours pour vérifier la régularité du drainage. L'effet du transport produit, parfois, des altérations qui se corrigent normalement après une période de stabilisation. Ainsi, donc, quand les eaux lessivées deviennent claires et le volume drainé constant, on applique les traitements suivants:

	Symbole	Traitement	N-P-K (lb/ac)	Fertilisant (g/bac)
I.	NU	N-urée	300	6.57
II.	NU-P	N-urée	300	6.57
		P-superphosphate*	200	11.16
III.	NU-K	N-urée	300	6.57
		K-chlorure potassium	200	3.90
IV.	NU-P-K	N-urée	300	6.57
		P-superphosphate	200	11.16
		K-chlorure de potassium	200	3.90
V.	NA	N-nitrate d'ammonium	300	8.77
VI.	NA-P	N-nitrate d'ammonium	300	8.77
		P-superphosphate	200	11.16
VII.	NA-K	N-nitrate d'ammonium	300	8.77
		K-chlorure de potassium	200	3.90
VIII.	NA-P-K	N-nitrate d'ammonium	300	8.77
		P-superphosphate	200	11.16
		K-chlorure de potassium	200	3.90
IX.	NA-NU	N-nitrate d'ammonium	150	4.38
		N-urée	150	3.28
X.	T	5 blocs témoins	0	0

\* Superphosphate: 19.2% P; 14.0% Ca, 1.6% S.

Les eaux de drainage ont été recueillies et traitées d'après le schéma de la figure 2.

Le dosage de l'urée (5) comporte deux étapes: l'inhibition de l'action uréolitique dans les drainages par l'acétate de phenyl-mercure et la détermination, à 525 m $\mu$ , du complexe qui forme l'urée avec le mélange diacetyl monoxime-thiosemicarbazide en milieu acide. La détermination des composés phénoliques (20) a été réalisée par colorimétrie, en mesurant l'absorption à 725 m $\mu$  de la solution bleue obtenue par le réactif de Folin-Denis et les substances polyhydroxylées.

Les autres méthodes analytiques employées dans ce travail ont été déjà décrites dans des publications précédentes (9). Des détails précis relatifs à certaines manipulations seront indiqués aux endroits respectifs.

Dans les représentations graphiques les résultats sont exprimés en mg d'élément ou composé lessivé par bloc (moyenne de trois blocs). La présentation des valeurs, exprimées en fonction du poids sec des blocs (mg/kg) donne lieu à des courbes similaires, étant donné que le poids moyen des blocs secs est de l'ordre de 1 kg.

Cependant, lors du séchage, on a constaté des variations considérables de poids chez certains blocs. Ceci nous éloigne, bien sûr, des conditions expérimentales idéales mais la nature particulière de chaque bloc ne fait que refléter la complexité du milieu forestier.

Ayant constaté que les valeurs obtenues à partir des blocs témoins sont négligeables, à toute fin pratique, elles ne sont pas représentées graphiquement. Néanmoins, on en a tenu compte en les soustrayant hebdomadairement des valeurs obtenues des blocs fertilisés. Donc, dans toutes les courbes représentées dans ce travail, la correction du témoin, est faite.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### 1. Présence des différents éléments dans les eaux drainées.

Azote total. On constate (Fig. 3) que l'incorporation du phosphore et du potassium aux blocs ayant reçu un traitement à l'urée, s'accompagne de pertes azotées sensiblement plus fortes à celles qu'on trouve dans les blocs traités à l'urée seulement.

Il semble évident que les ions  $K^+$ , en saturant le complexe absorbant de l'humus, facilitent l'acheminement des ions  $NH_4^+$  vers les eaux drainées. En effet, le traitement NU-K et NU-P-K augmentent respectivement de deux et trois fois les pertes d'azote total qu'on trouve dans les blocs ayant subi le traitement NU. Le superphosphate a un effet moins intense que celui du chlorure de potassium, probablement, à cause de l'action floculante des ions  $Ca^{+2}$  (14.0%).

L'azote appliqué sous forme de nitrate d'ammonium est retenu par l'humus plus faiblement que l'azote ajouté sous forme d'urée puisqu'on en retrouve davantage dans les eaux de drainage. Dans ce cas aussi, la présence de phosphate et de potassium accélèrent les pertes azotées par lessivage.

Azote nitrique. Pour les blocs traités au nitrate d'ammonium, la présence des ions nitrates dans les eaux de drainage commence dès la première semaine et atteint son maximum au cours de la cinquième. L'allure de la courbe (Fig. 4) est tout à fait semblable à celle qui représente les pertes d'azote total (Fig. 3). L'addition de phosphore et de potassium augmente sensiblement les quantités de nitrates lessivés.

Azote ammoniacal. Pour les blocs traités à l'urée, les courbes représentant les pertes d'azote ammoniacal (Fig. 5) s'identifient à toute fin pratique avec celles qui représentent les pertes d'azote total (Fig. 3), les ions  $K^+$  et  $PO_4^{-3}$  jouant le même rôle mobilisateur.

Pour les blocs traités au nitrate d'ammonium, on constate des pertes ammoniacales cinq fois plus fortes que lorsqu'on utilise le même taux de fertilisation (300 lb N/ac) sous forme d'urée. La présence de potassium et de superphosphate augmente les pertes. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Jung et Dressel (12) lors d'une expérience in vitro comportant l'urée et le sulphate d'ammonium, comme sources d'azote.

Il est intéressant de signaler que dans les drainages des blocs traités au nitrate d'ammonium, la somme entre l'azote nitrique et l'azote ammoniacal coïncide avec la quantité d'azote total. Par contre dans les drainages des blocs fertilisés à l'urée, il existe toujours une différence entre l'azote total et l'azote ammoniacal.

Si l'on tient compte que la présence de traces d'urée a été décelée seulement les 2 ou 3 premiers jours, cette différence doit être attribuée à d'autres formes d'azote organique mobilisées par l'urée. Ceci viendrait confirmer les résultats de travaux précédents.

La nature de cet azote organique a été vérifiée le long de cette expérience par acidification d'une partie aliquote de la solution drainée. L'absence répétée de précipité en milieu acide nous fait conclure que l'azote organique mobilisé a un caractère fulvique.

La Fig. 6 représente la fraction d'azote fulvique qui correspond à la différence entre l'azote total et l'azote ammoniacal pour le traitement NU et NU-P-K.

Phosphates. On a étudié (Fig. 7) l'évolution des phosphates en fonction du temps et de la forme d'azote employée. La concentration maximale n'est atteinte qu'au bout de 10 à 12 semaines c'est-à-dire que

les ions  $PO_4^{-3}$  migrent à travers les blocs d'humus à une vitesse qu'est la moitié de celle des ions  $NH_4^+$  ou  $NO_3^-$ .

L'emploi de l'azote sous forme d'urée semble défavorable pour l'économie du phosphore dans l'humus, étant donné que la concentration de cet élément est pratiquement le double par rapport à celle qu'on trouve dans les drainages des blocs ayant été traités avec le nitrate d'ammonium. La présence des ions potassium diminue légèrement le lessivage des phosphates.

Potassium. En ce qui a trait au mouvement des ions potassium ajoutés aux blocs, on constate (Fig. 8) que le nitrate d'ammonium favorise le délavage de cet élément plus intensément que l'urée. Dans les cas des blocs fertilisés avec l'urée, les pertes de potassium sont plus fortes là où le superphosphate a été incorporé au traitement.

Carbone organique. Les deux formes d'azote utilisées, urée et nitrate d'ammonium, agissent face au lessivage du carbone organique de façon tout à fait opposée à celle que l'on observe dans le cas de l'azote total. En effet, l'urée mobilise des quantités de l'ordre de 300 mg de carbone par bloc d'humus pendant la 5ème semaine tandis que les blocs traités avec nitrate d'ammonium n'atteignent les 60 mg par bloc qu'au cours de la 12ème semaine.

L'allure générale des courbes (Fig. 9) nous montre aussi que l'urée agit d'une façon rapide, ses effets étant perceptibles à partir de la première semaine. Le nitrate d'ammonium a une action mobilisatrice de faible intensité mais qui s'accroît lentement au long de l'expérience.

Le phosphore et le potassium ont des effets différents selon qu'ils sont appliqués avec l'urée ou avec le nitrate d'ammonium. Dans le premier cas, ils réduisent les quantités de carbone organique drainé dans le deuxième ils l'augmentent légèrement.

## 2. Signification des pertes par lessivage.

Après avoir évalué les pertes en éléments nutritifs des blocs d'humus au cours des quinze semaines d'expérimentation, il serait intéressant d'étudier la signification de ces pertes, - carbone et azote en particulier, - par rapport à l'ensemble de chacun de ces deux éléments dans l'humus. Le tableau I, illustrant l'évolution du carbone organique, montre que les blocs traités à l'urée perdent par lessivage entre 0.5 et 0.6% de leur carbone organique initial tandis que ceux qui ont reçu le nitrate d'ammonium ont des pertes chiffrables entre 0.1 et 0.2%.

On peut constater aussi que, malgré l'appauvrissement de l'humus par un drainage intense, la fixation du carbone par voie microbiologique ou photosynthétique réussit à augmenter d'à peu près 2% le taux de carbone pendant les quinze semaines d'expérimentation. En général, le rapport C/N diminue légèrement.

Le tableau II, illustrant l'évolution de l'azote, montre que l'azote apporté sous forme de nitrate d'ammonium est très vulnérable au lessivage, celui-ci pouvant entraîner des pertes de l'ordre de 40% par rapport à l'azote ajouté ou bien de 6-7% par rapport à l'azote total des blocs après fertilisation. Le même tableau nous montre que, dans des conditions expérimentales identiques, l'urée présente l'avantage non

négligeable d'offrir une meilleure utilisation de l'azote, le lessivage étant trois fois plus faible que dans le cas du nitrate d'ammonium.

On peut voir aussi une légère différence entre l'azote trouvé à la fin de l'expérience et l'azote calculé théoriquement. Cette différence pourrait être attribuée, au moins en partie, aux pertes gazeuses d'azote sous forme de  $\text{NH}_3$ .

### 3. Substances à caractère phénolique.

L'orientation donnée à cette étude ne nous permet pas de retracer l'origine des composés phénoliques présents dans les eaux de drainage étant donné que la végétation herbacée et mucinale intégrante des blocs a continué de se développer abondamment dans la chambre de croissance. Or nos résultats représentent l'ensemble des polyphénols venant soit des parties vertes arrosées, soit de l'humus proprement dit.

La figure 10 illustre l'influence de l'urée sur l'apparition des substances phénoliques dans les eaux de drainage. Le carbone phénolique représente 18% du carbone organique total drainé des blocs fertilisés à l'urée, 12% pour ceux qui ont reçu un traitement au nitrate d'ammonium et, finalement, 15% dans le cas des humus fertilisés avec un mélange urée-nitrate.

L'influence du phosphore et du potassium vis à vis du lessivage des substances phénoliques et pratiquement négligeable dans chacun des traitements azotés qui font l'objet de cette étude. L'urée, d'après nos résultats, doit exercer une action spécifique dans la solubilisation de certains composés organiques de l'humus.

#### 4. Propriétés physico-chimiques des solutions drainées

Comme complément aux propriétés chimiques que nous venons d'exposer, nous allons étudier maintenant un certain nombre de paramètres physico-chimiques, finissant ainsi l'étude comparative entre les deux fertilisants utilisés dans cette expérience.

D'abord, nous avons suivi les variations de pH au cours des quinze semaines. En ce qui concerne les blocs traités à l'urée on a observé (Fig. 11) une légère montée initiale suivie d'une stabilisation autour des valeurs de l'ordre de 4. L'addition de superphosphate fait descendre le pH d'une demie unité; par contre, les traitements NU-K et NU-P-K donnent essentiellement les mêmes valeurs que l'urée toute seule. Un comportement analogue, mais avec des valeurs de pH inférieures, a été observé dans les drainages des blocs traités au nitrate d'ammonium.

La concentration totale en sels solubles a été aussi régulièrement mesurée par conductimétrie et exprimée en  $\mu\text{mhos/cm}$  à 25°C. Les courbes

représentées dans la Figure 12 correspondent seulement aux valeurs extrêmes observées; les autres traitements (non représentés) se situent dans la zone intermédiaire, l'allure des courbes étant la même.

Le traitement combiné P-K, comme il fallait s'y attendre, est celui qui libère le plus de sels solubles. Il faut remarquer que l'action est beaucoup plus forte dans la série traitée au nitrate d'ammonium ( $5000 \mu\text{mhos} \approx 3\text{mg/l}$ ) que dans celle traitée à l'urée ( $2000 \mu\text{mhos} \approx 1.2 \text{ mg/l}$ ).

Enfin, nous avons évalué la couleur des solutions drainées au moyen de la densité optique à une longueur d'onde fixe de  $450 \text{ m}\mu$  (Fig. 13). Pour la représentation graphique nous avons groupé dans une seule courbe les résultats obtenus à partir des blocs traités avec l'urée. La présence de phosphore et de potassium, seuls ou combinés, ne modifie pas l'effet dominant de l'urée.

L'azote appliqué sous forme de nitrate d'ammonium commence à donner des percolats légèrement plus foncés à partir de la sixième semaine mais ceux-ci n'atteignent jamais l'intensité de coloration des percolats issus des humus traités à l'urée. Il est donc évident que l'urée possède une action spécifique quant à la solubilisation de certains composés organiques de l'humus. Signalons, enfin, qu'après un délavage prolongé, les blocs utilisés comme

témoins de l'expérience libèrent eux aussi de faibles quantités de substances colorées.

### CONCLUSIONS

En termes d'azote total, l'utilisation de l'urée s'avère très avantageuse par rapport au nitrate; les pertes par lessivage sont cinq fois plus fortes dans le cas du nitrate d'ammonium. Dans les deux cas, la présence de phosphore et de potassium favorise les pertes azotées. De façon générale, les mêmes faits ont été observés en ce qui a trait aux ions  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{NO}_3^-$ . La présence d'azote fulvique a été signalée seulement dans les cas où l'urée fut utilisée.

L'urée provoque une solubilisation du carbone organique de l'humus forestier. La présence des ions  $\text{PO}_4^{3-}$  et  $\text{K}^+$  semble affaiblir cet effet. Le nitrate d'ammonium n'a qu'une faible action envers le carbone organique. Une partie importante du carbone solubilisé a été identifiée comme appartenant à des composés de nature polyphénolique.

L'étude faite sur les trois paramètres physico-chimiques nous a montré que: 1) Les variations de pH entre les solutions drainées sont très faibles. 2) Le nitrate d'ammonium favorise la concentration saline des drainages comparativement à l'urée. 3) L'urée produit une intense coloration des solutions éluées qui se manifeste du début de l'expérience.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier sincèrement M. R. Turcotte  
et M. M. Gauthier pour leur collaboration technique.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDERSON, J.R. 1962. Urease activity, ammonia volatilization and related microbiological aspects in some South African soils. Proc. 36th Congr. S. Afr. Sug. Tech. Ass. 36:97-105.
2. ARMSON, K.A. 1967. A review of forest fertilization in Canada. Can. Dep. For. Rural Develop. Forest Br. Dep. Publ. No. 1186. 175 p.
3. BROBITSKAYA, M.A. and N. MOSKALENKO. 1969. Study of the utilization of nitrogen fertilizers under field conditions with the stable isotope  $N^{15}$ . Sov. Soil Sci. no. 6:683-690.
4. CHIN, W. and W. KROONTJE. 1963. Urea hydrolysis and subsequent loss of ammonia. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27:316-318.
5. DOUGLAS, L.A. and J.M. BREMNER. 1970. Extraction and colorimetric determination of urea in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34:859-862.
6. ERNST, J.W. and H.F. MASSEY. 1960. The effects of several factors on volatilization of ammonia formed from urea in the soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24:87-90.
7. FRECHETTE, J.-G. 1969. Interception de la pluie par une sapinière laurentienne. Nat. Can. 96:523-529.
8. GASSER, J.K.R. 1964. Some factors affecting losses of ammonia from urea and ammonium sulphate applied to soils. J. Soil Sci. 15:258-272.
9. GONZALEZ, A. et G. HUBERT. 1971. Influence de l'urée sur l'ensemble des composés azotés d'un humus forestier in vitro. Can. Centre Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Qué. Rapp. Inf. Q-F-X-17. [124 p.]

10. GONZALEZ, A. et G. HUBERT. 1972. Propriétés chimiques et physiques de la matière organique nondialysable extraite de quatre podzols du Québec. *Can. J. Soil Sci.* 52:1-17.
11. HUBERT, G. et A. GONZALEZ. 1970. Mobilisation et transformation physico-chimiques de la matière organique drainée sous l'influence d'un apport d'urée dans un humus brut. *Can. For. Res. Lab., Ste-Foy, Qué. Rapp. Inf. Q-F-X-10.* [26 p.]
12. JUNG, J. and J. DRESSEL. 1970. Über die Nährstoffauswaschung nach Zufuhr von Harnstoff und Ammonsulfat zu einem Rohhumusboden im Modellversuch. *Forstwiss. Centralbl.* 89:171-180.
13. LEE, Y. 1968. A review of research literature on forest fertilization. *Can. For. Res. Lab., Victoria, B.C. Inf. Rep. BC-X-18.* 40 p.
14. MARTIN, J.P. and H.D. CHAPMAN. 1951. Volatilization of ammonia from surface-fertilized soils. *Soil Sci.* 71:25-34.
15. MEYER, R.D. et al. 1961. Ammonia losses from fertilized Nebraska soils. *Agron. J.* 53:241-244.
16. OVERREIN, L.N. 1968. Lysimeter studies on tracer nitrogen in forest soils" I. Nitrogen losses by leaching and volatilization after addition of urea-N<sup>15</sup>. *Soil Sci.* 106:280-290.
17. OVERREIN, L.N. and P.G. MOE. 1967. Factors affecting urea hydrolysis and ammonia volatilization in soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 31:57-61.
18. OWENS, L.D. 1960. Nitrogen movement and transformation in soils as evaluated by a lysimeter study utilizing isotopic nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 24:372-376.

19. SIMPSON, D.M.H. and S.W. MELSTED. 1963. Urea hydrolysis and transformation in some Illinois soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27:48-50.
20. SWAIN, T. and W.E. HILLIS. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. II. The analysis of tissues of the Victoria plum tree. J. Sci. Food Agric. 10:63-68; 135-144.
21. VOLK, G.M. 1959. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf or bare soils. Agron. J. 51:746-749.
22. WHITE, D.P. and A.L. LEAF. 1956. Forest fertilization: a bibliography with abstracts, on the use of fertilizers and soil amendments in forestry. Tech. Publ. N.Y. State Coll. For. No. 81. 305 p.

Tableau I. Evolution du carbone organique (C.O.) des blocs d'humus après différents traitements.

Traitements	% de C.O. initial	% de C.O. drainé /au C.O. initial	% de C.O. final calculé	% de C.O. final réel	C/N initial	C/N final
I NU	44.9	0.66	44.7	46.3	25.2	22.9
II NU-P	48.1	0.48	47.8	50.6	28.4	28.8
III NU-K	45.0	0.59	44.7	48.8	26.3	24.0
IV NU-P-K	46.6	0.57	46.4	49.9	24.6	24.4
V NA	46.2	0.20	46.0	47.3	26.1	24.2
VI NA-P	48.0	0.11	47.9	49.8	27.4	26.9
VII NA-K	46.3	0.14	46.2	48.2	25.1	24.9
VIII NA-P-K	46.7	0.18	46.5	49.4	26.4	26.7
IX NU-NA	44.8	0.26	44.7	47.9	26.5	24.7
Témoins	46.8	0.08	46.7	48.4	25.8	27.2

Tableau II. Evolution de l'azote des blocs d'humus après différents traitements.

Traitements	% de N initial	% de N drainé *		% de N final calculé	% de N final réel
		A	B		
I NU	1.78	12.0	1.74	2.05	2.02
II NU-P	1.70	13.9	1.74	1.87	1.78
III NU-K	1.71	16.7	3.45	1.94	2.03
IV NU-P-K	1.89	19.3	3.76	2.19	2.04
V NA	1.77	43.8	12.2	2.03	1.95
VI NA-P	1.75	46.7	4.6	2.02	1.78
VII NA-K	1.84	39.2	4.9	2.12	1.93
VIII NA-P-K	1.77	38.8	7.2	2.06	1.85
IX NU-NA	1.69	22.6	2.82	1.83	1.94
Témoins	1.81	-	0.11	1.80	1.78

\* Pourcentages exprimés par rapport à: A. L'azote total ajouté

B. L'azote total dans l'humus après fertilisation

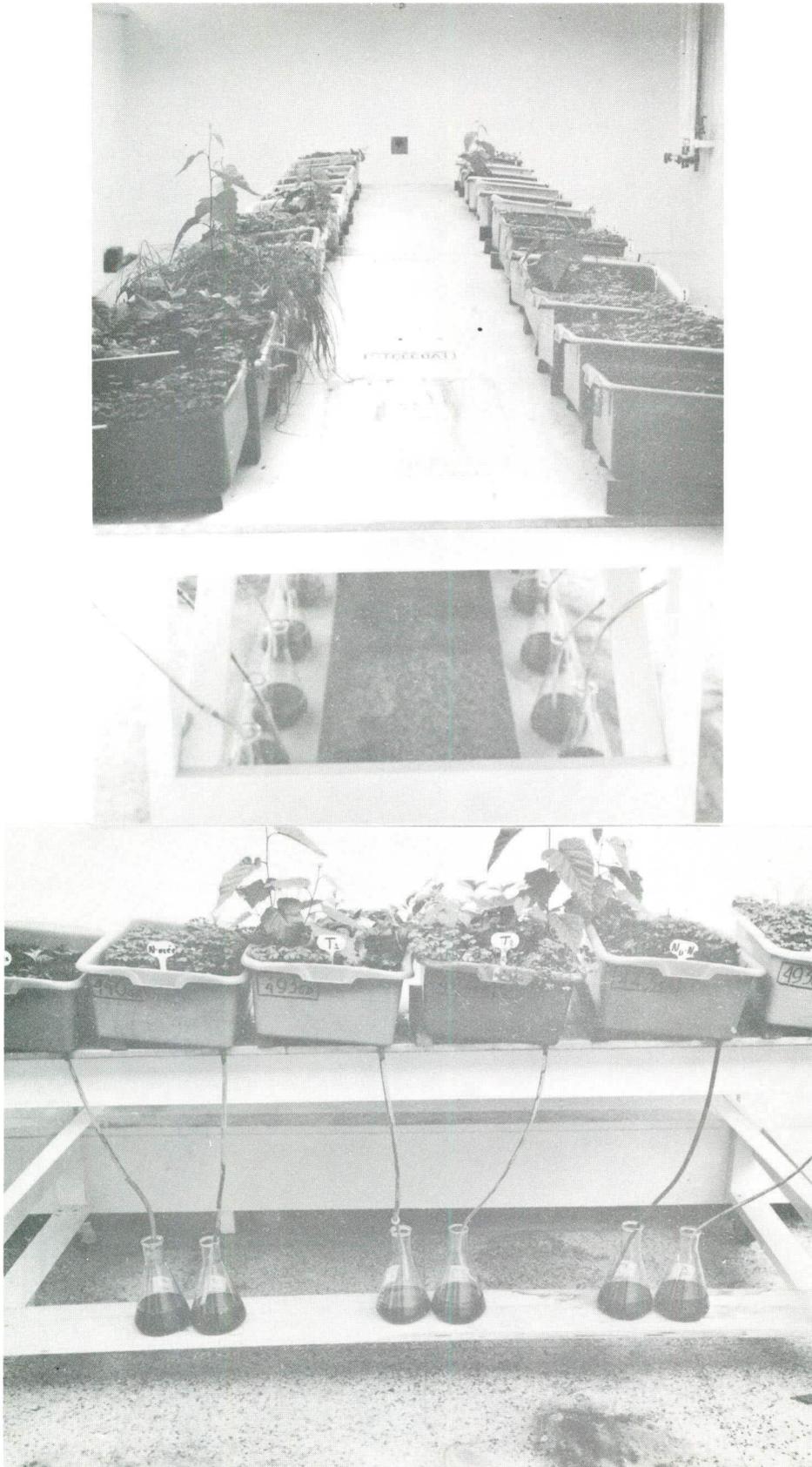


Figure 1. Dispositif expérimental dans la chambre de croissance.

# TABLEAU SCHÉMATIQUE DES ANALYSES

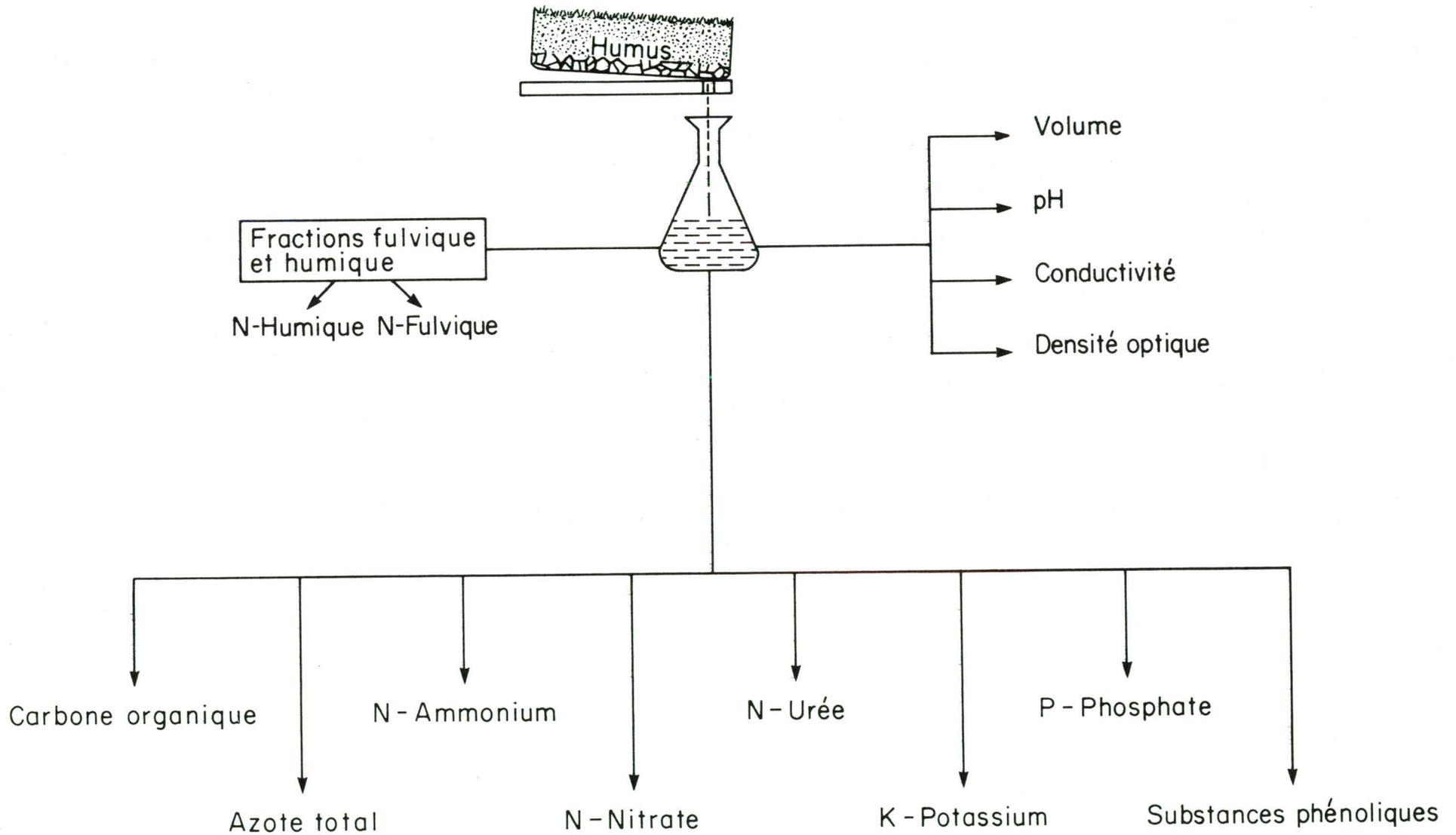


Figure 2. Schéma général du travail analytique.

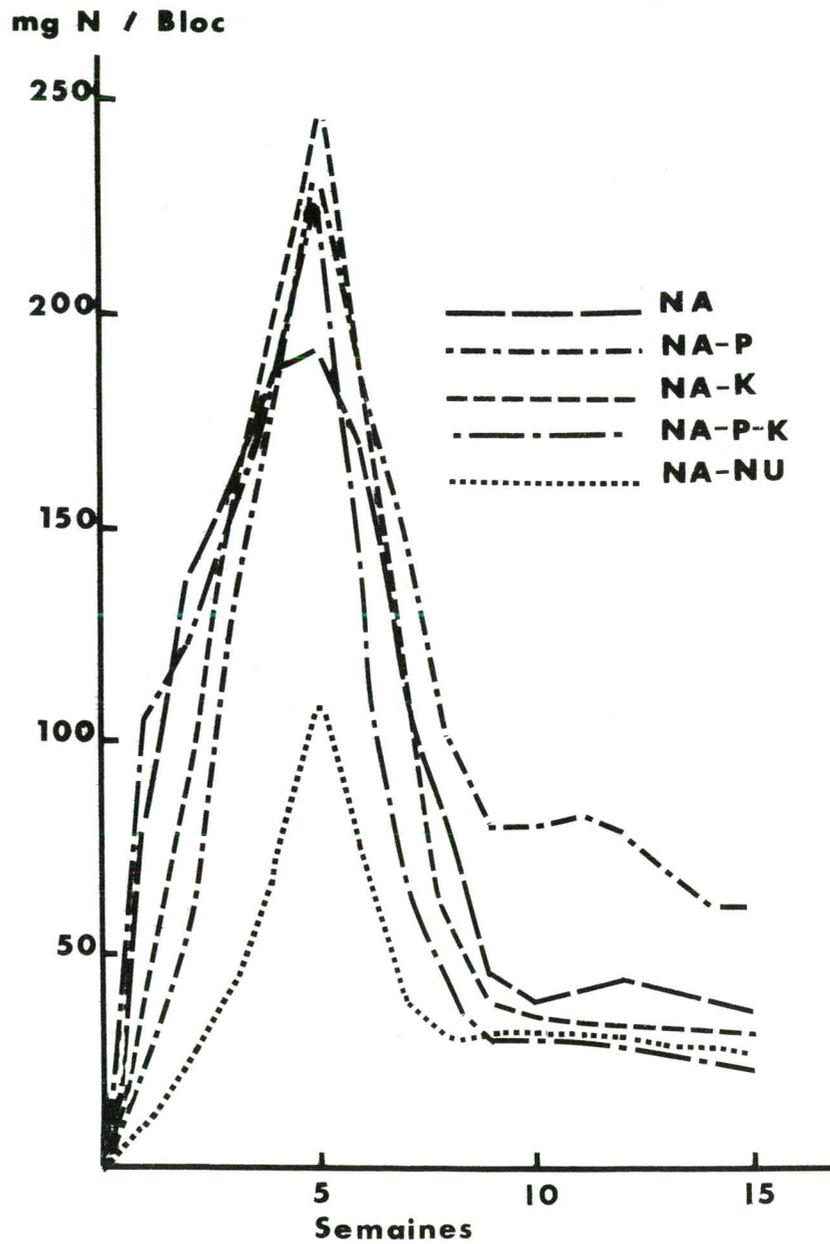
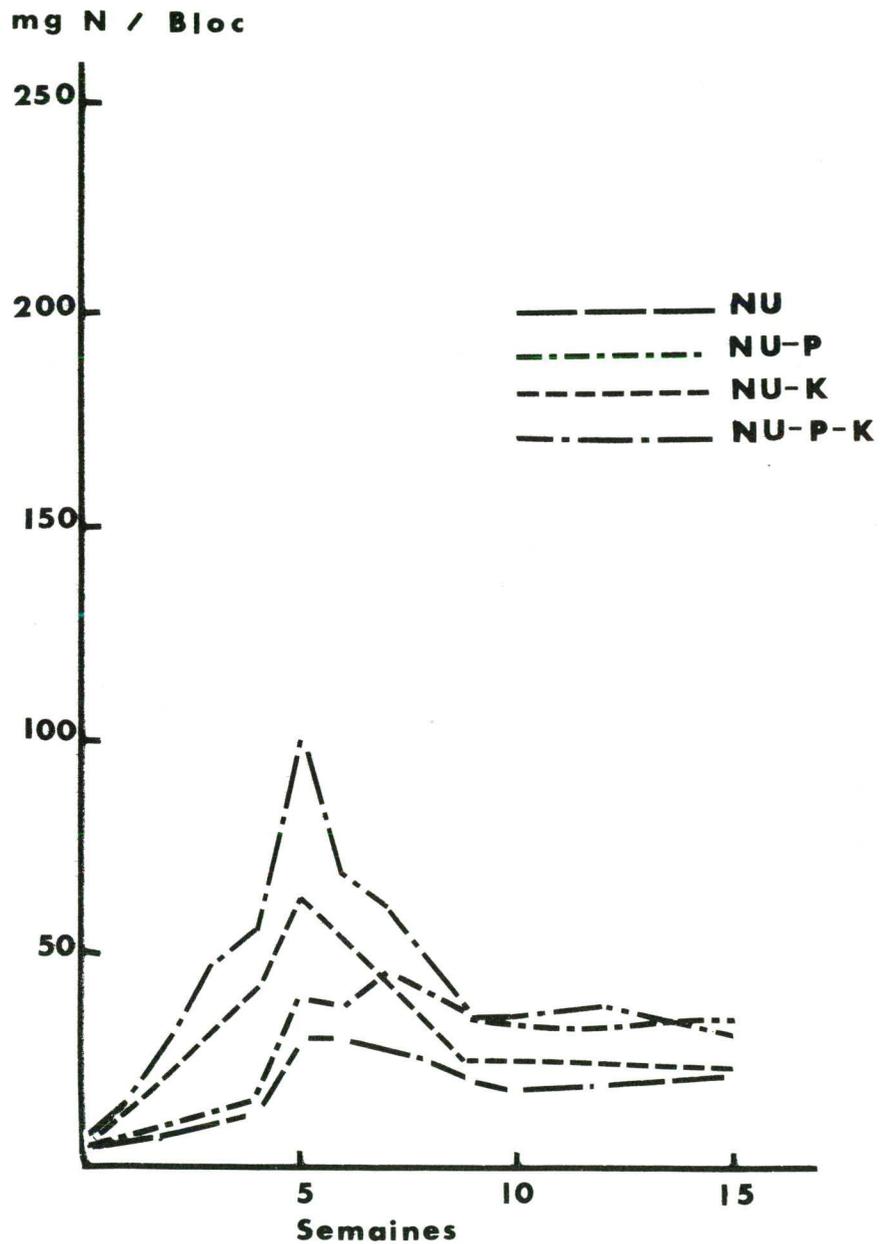


Figure 3. Azote total trouvé dans les eaux de drainage après fertilisation.

mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> / bloc

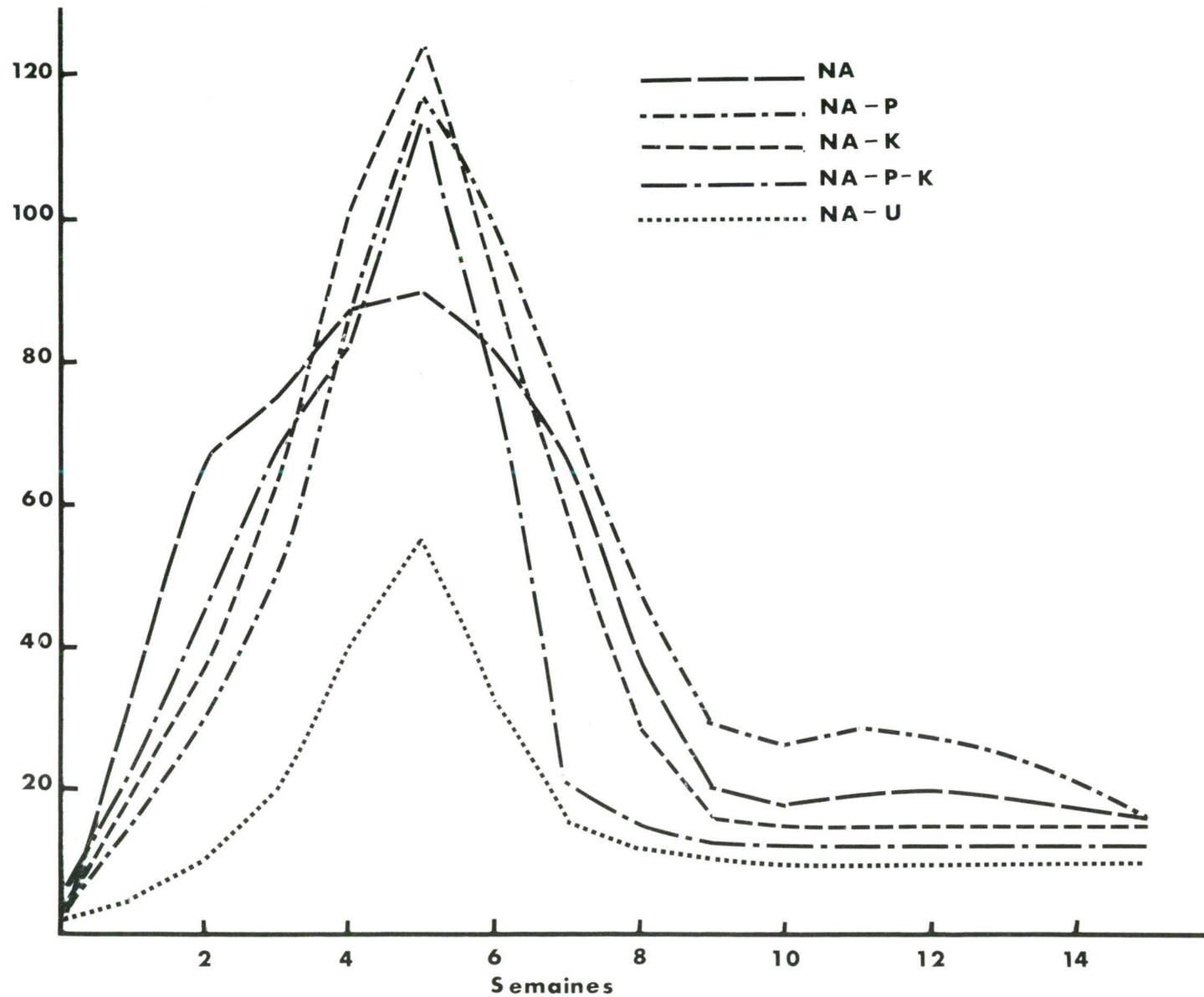


Figure 4. Azote nitrique trouvé dans les drainages après l'application des fertilisants.

mg N / bloc

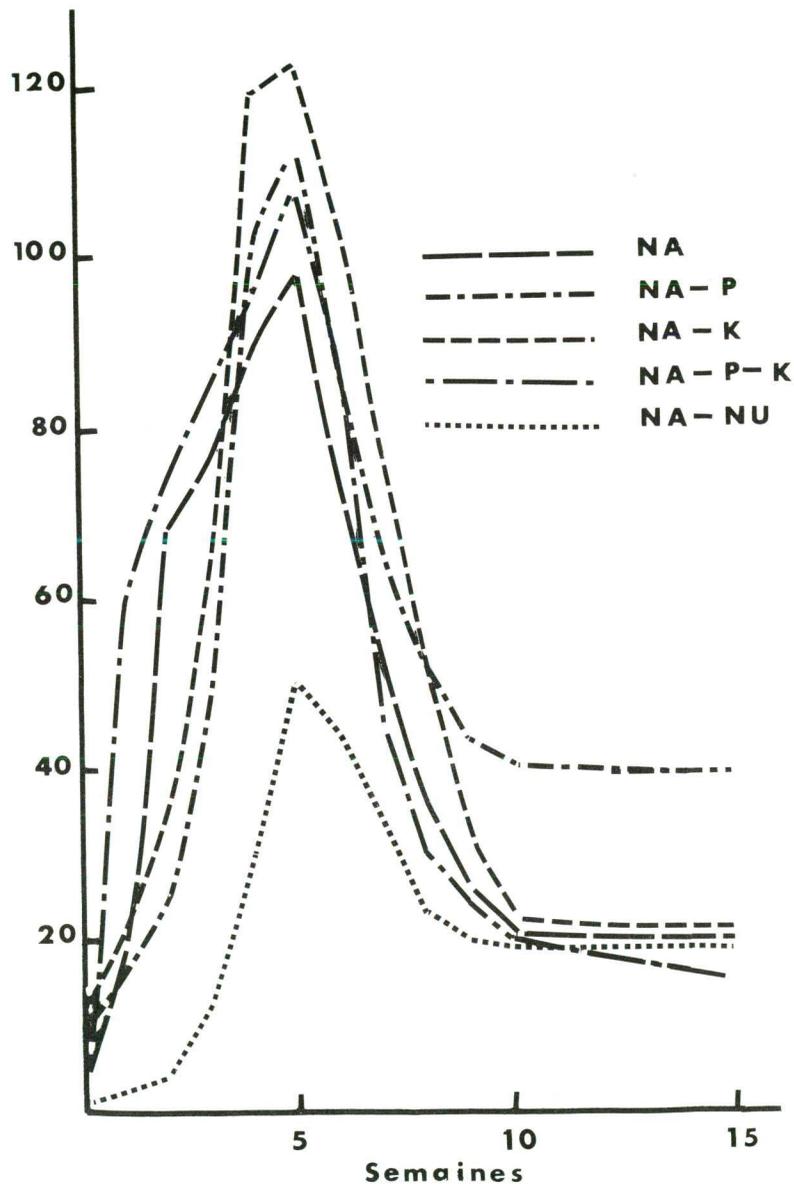
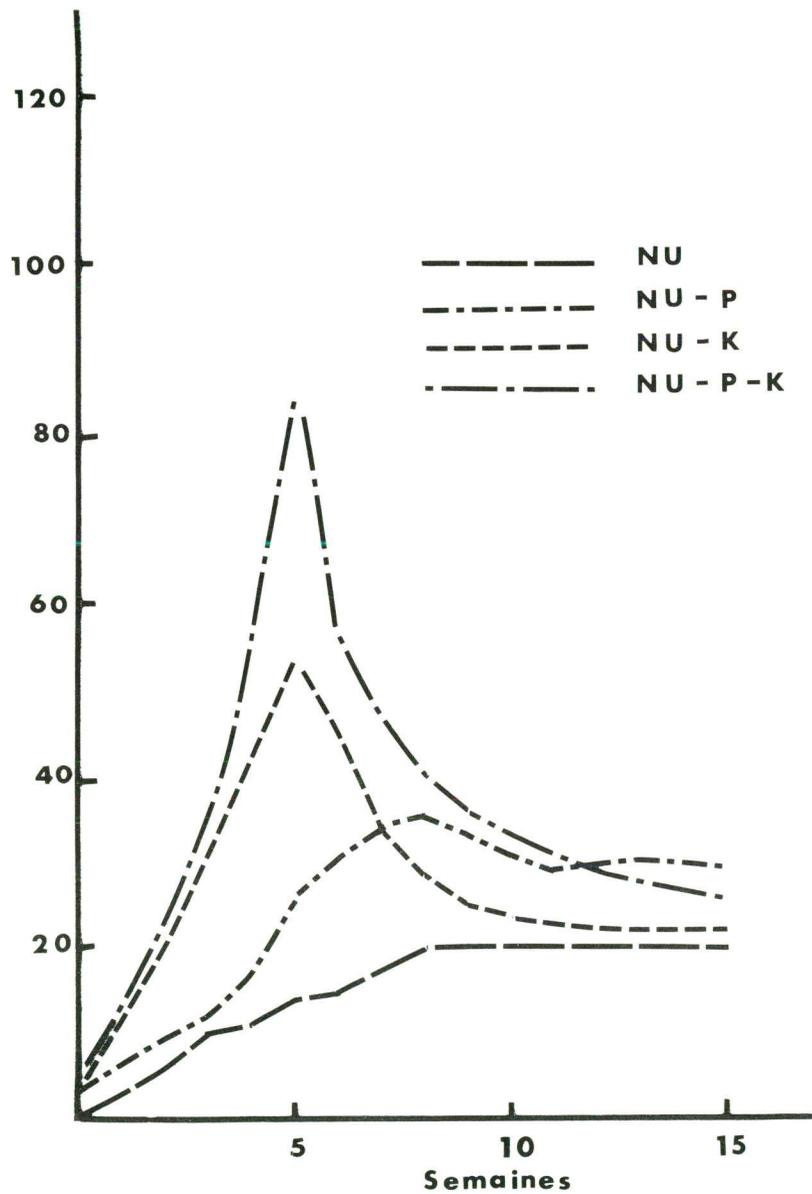


Figure 5. Azote ammoniacal trouvé dans les eaux de drainage après fertilisation.

mg N / bloc

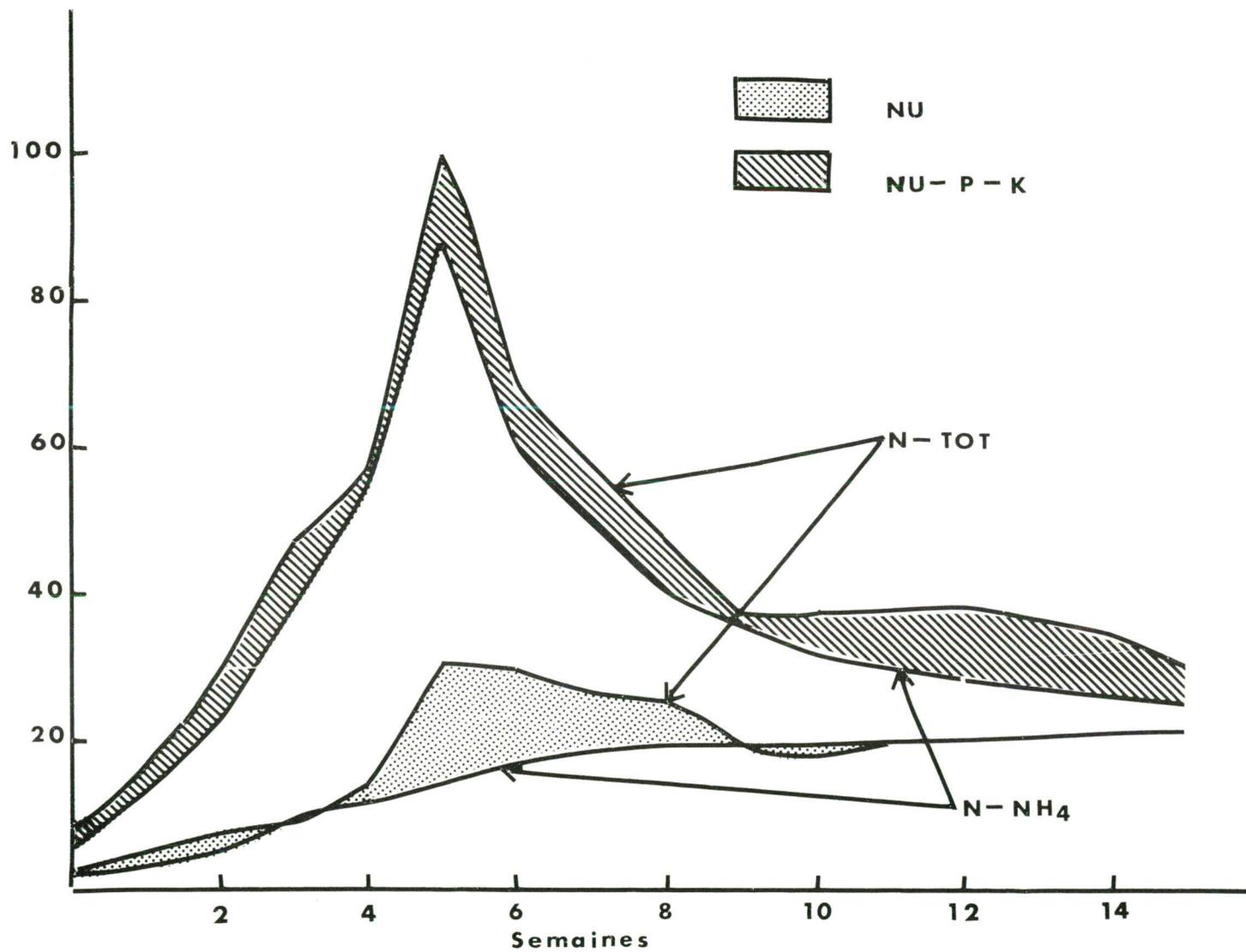


Figure 6. Azote fulvique représenté par la différence entre l'azote total et l'ammoniacal.

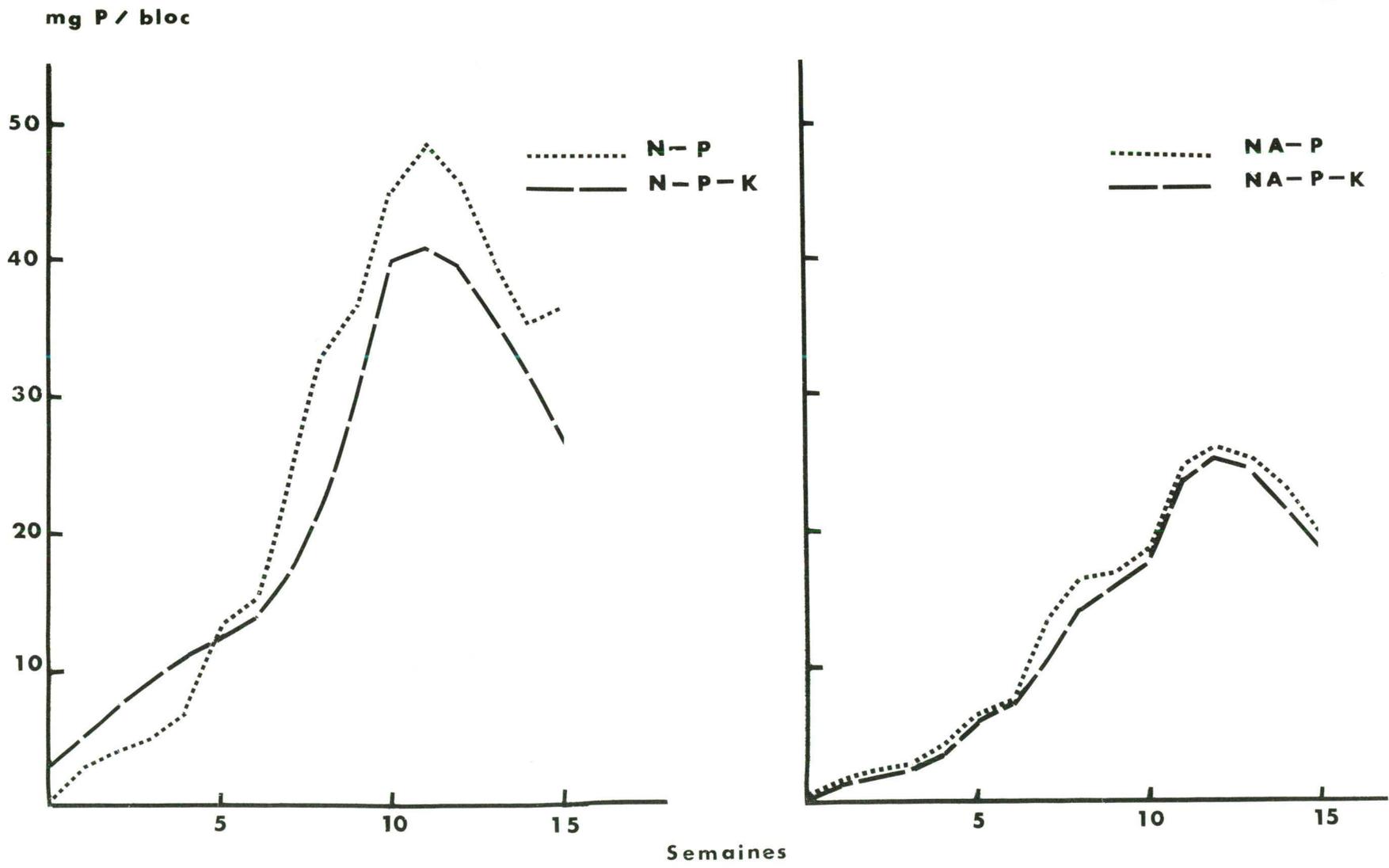


Figure 7. Teneur en phosphore des drainages issus des blocs traités au superphosphate triple.

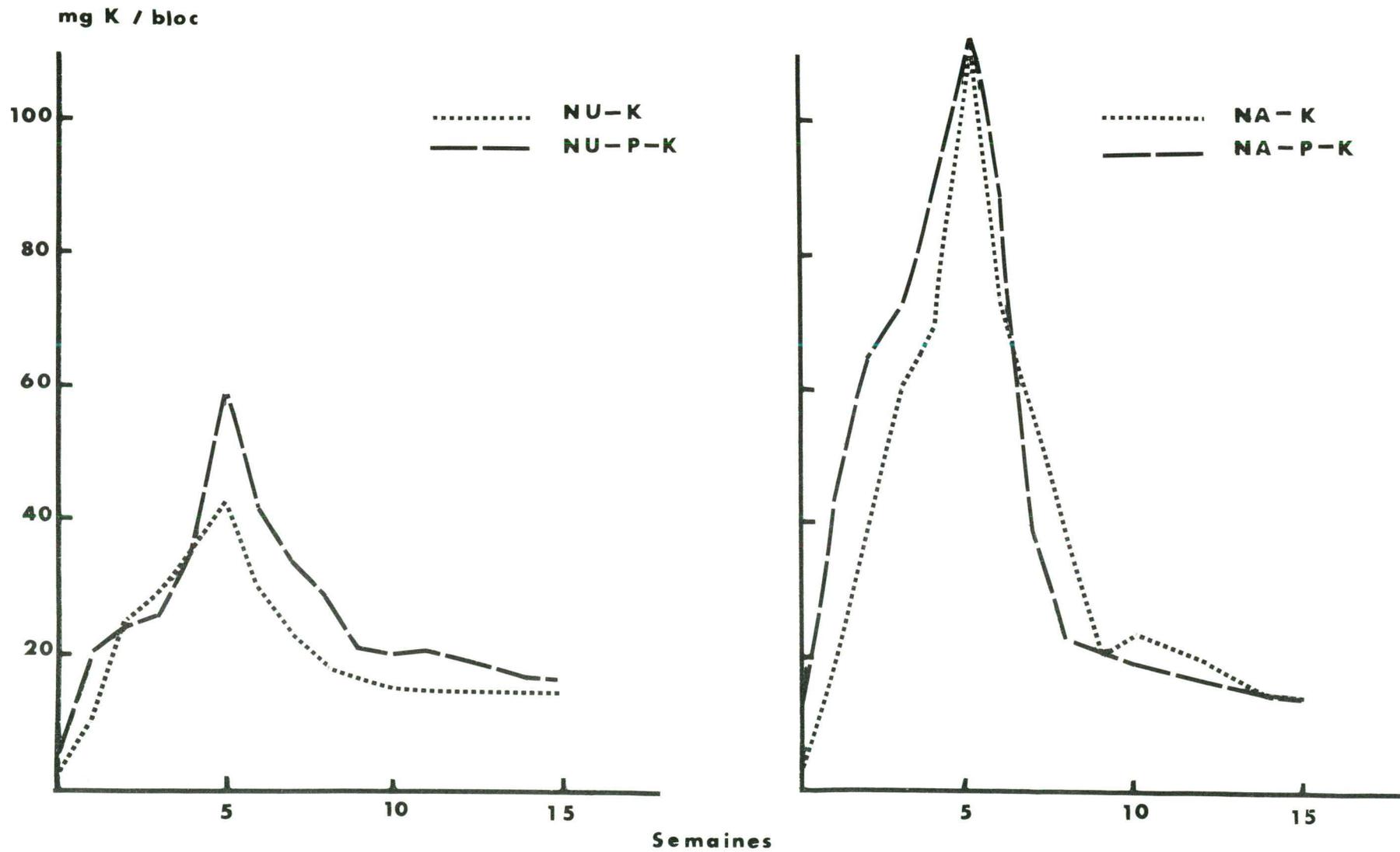


Figure 8. Teneur en potassium des drainages issus des blocs traités au chlorure de potassium.

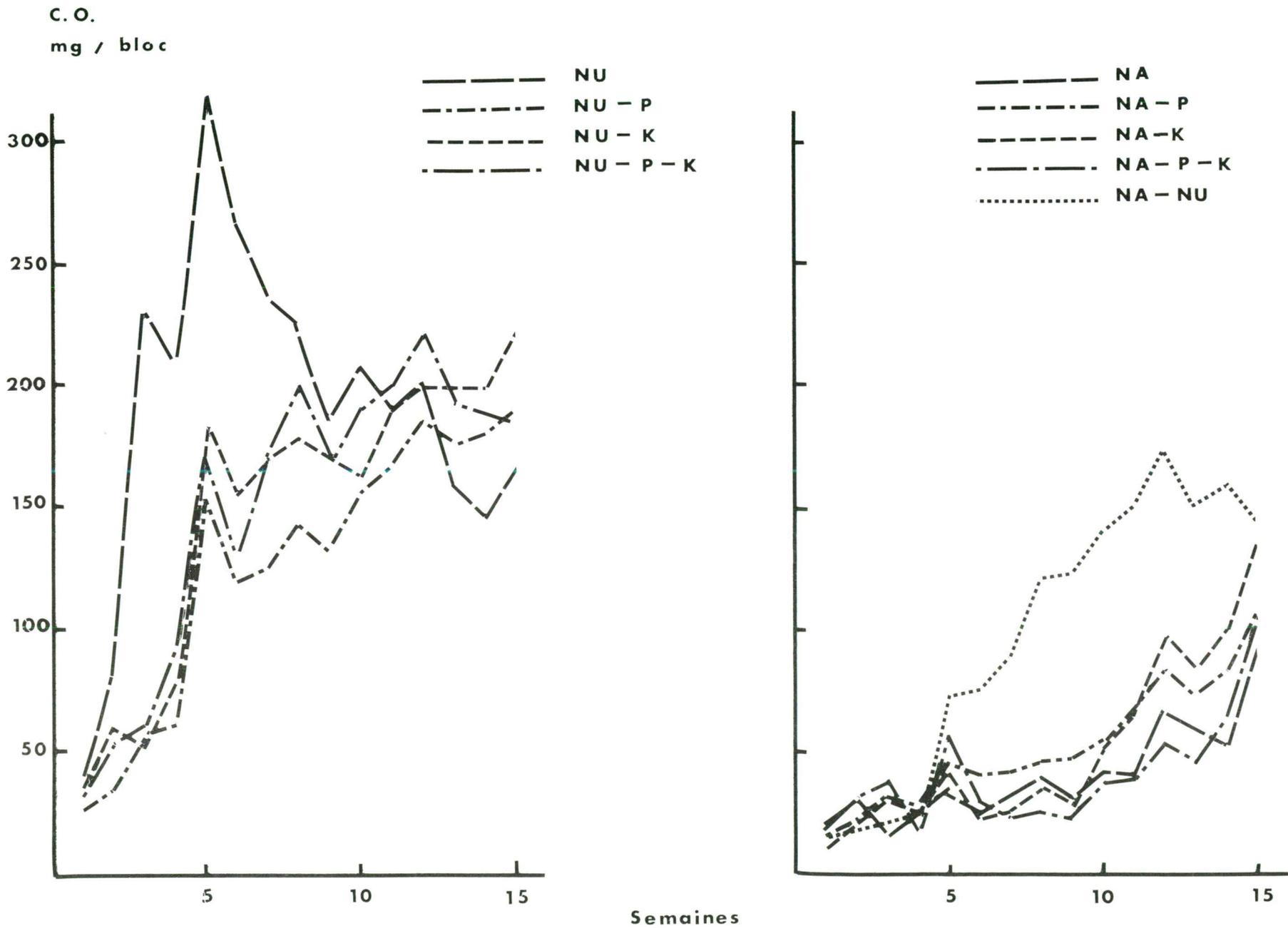


Figure 9. Carbone organique solubilisé dans les blocs d'humus suite à l'apport des fertilisants.

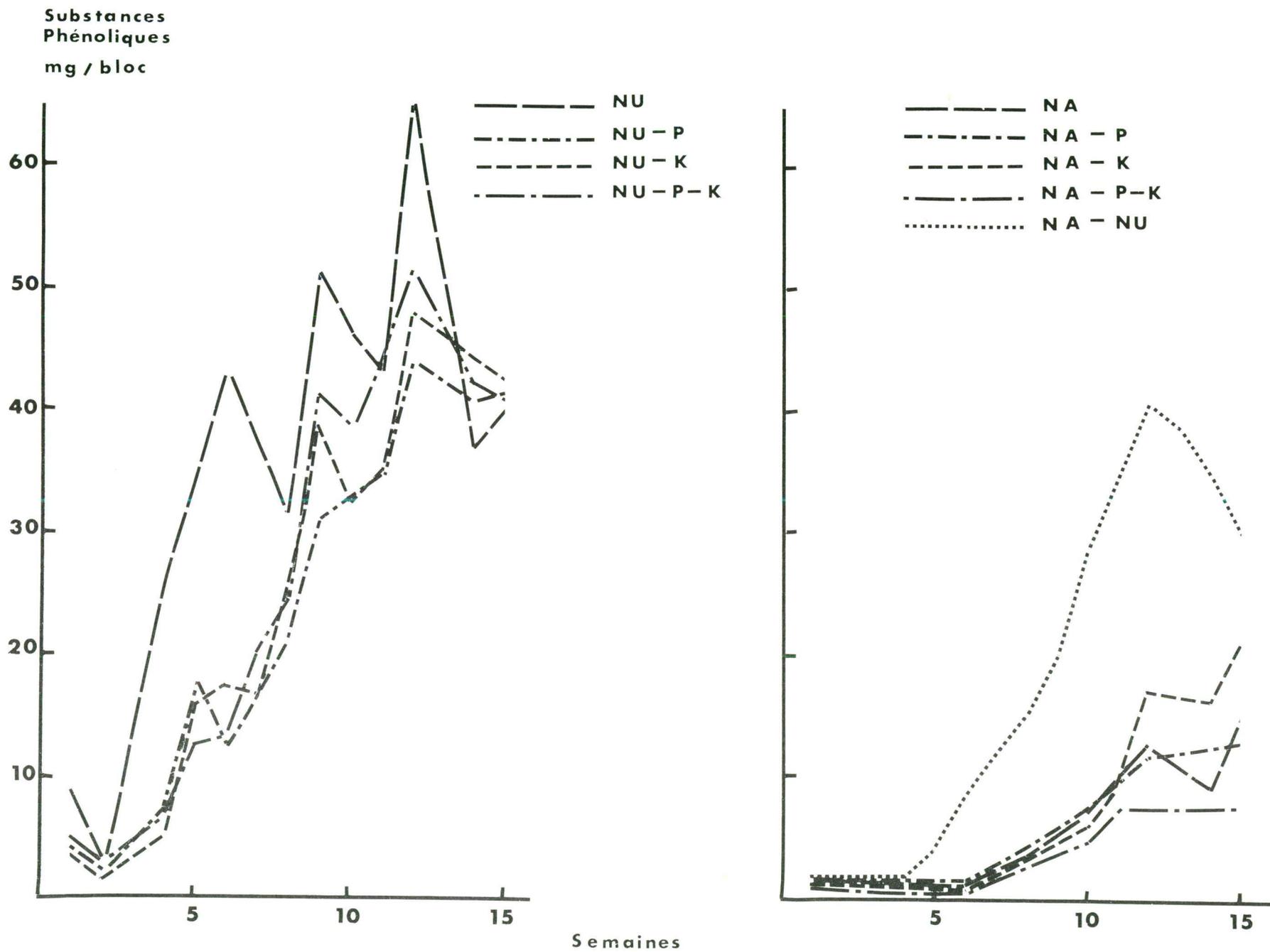


Figure 10. Variations dans la teneur en composés phénoliques des eaux de lessivage.

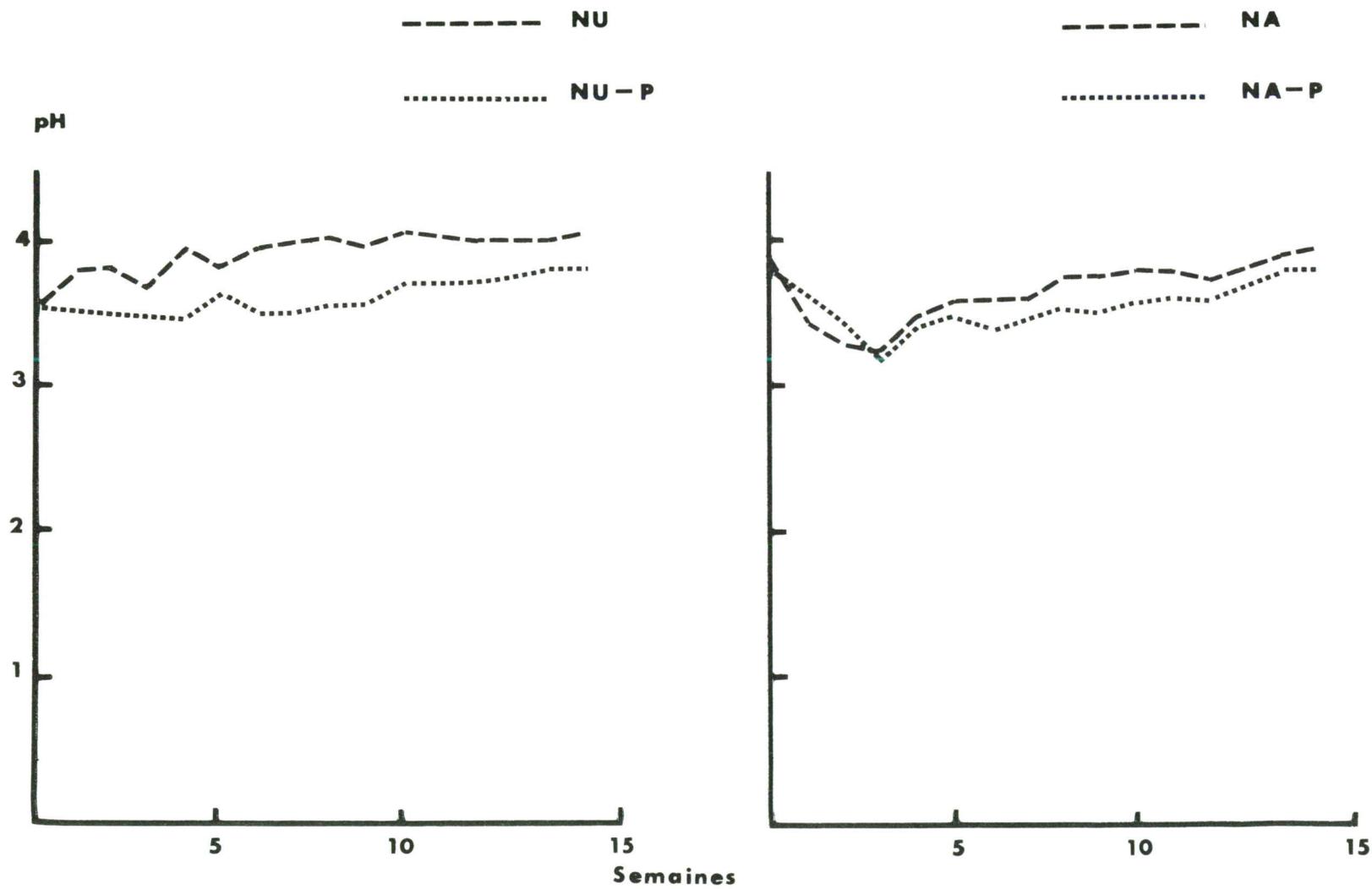


Figure 11. Influence des traitements sur le pH des eaux drainées.

**CONDUCTIVITE**  
 $\mu\text{mhos} / \text{cm}$  à 25 °C

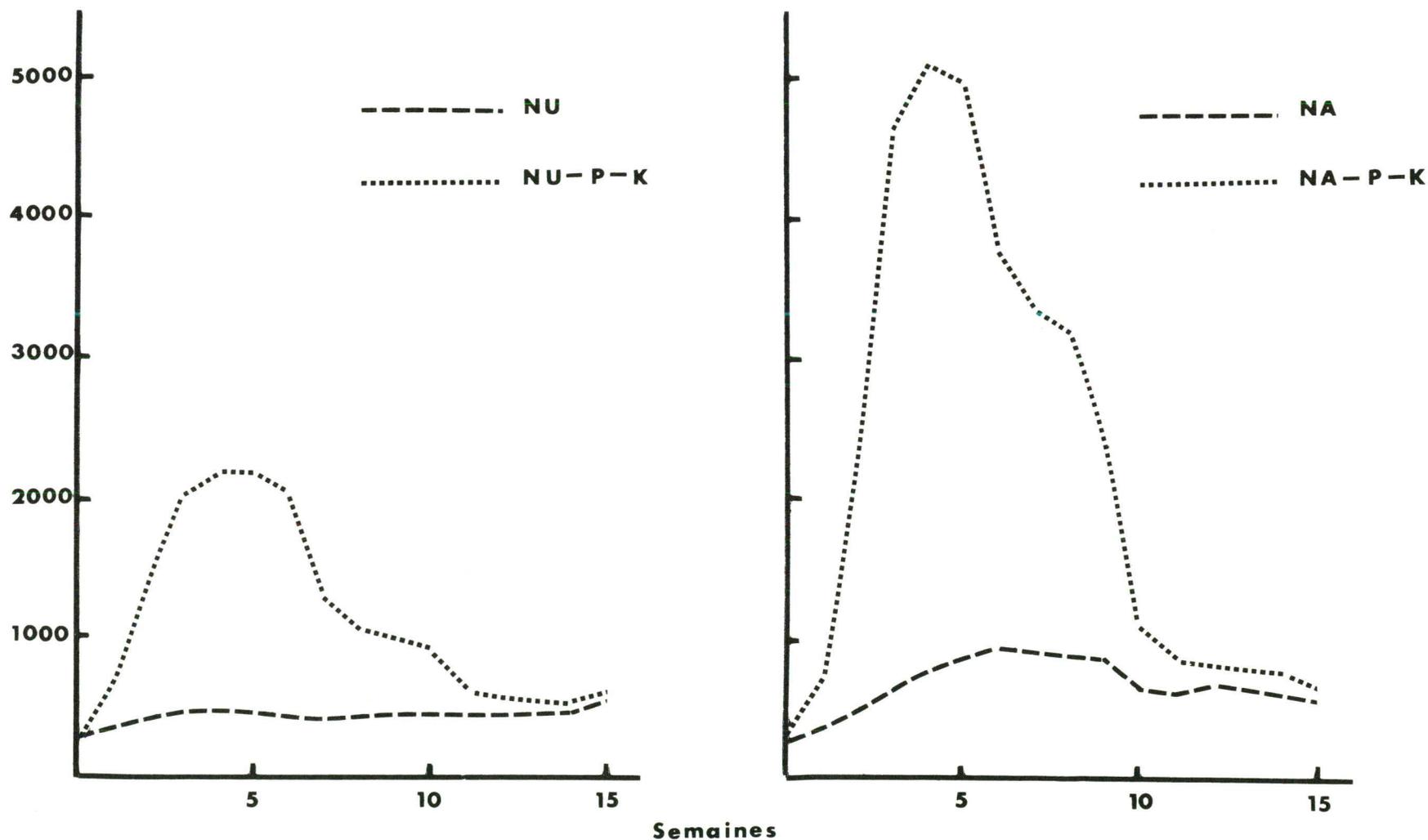


Figure 12. Variations de la conductivité des eaux drainées en fonction du temps et des traitements.

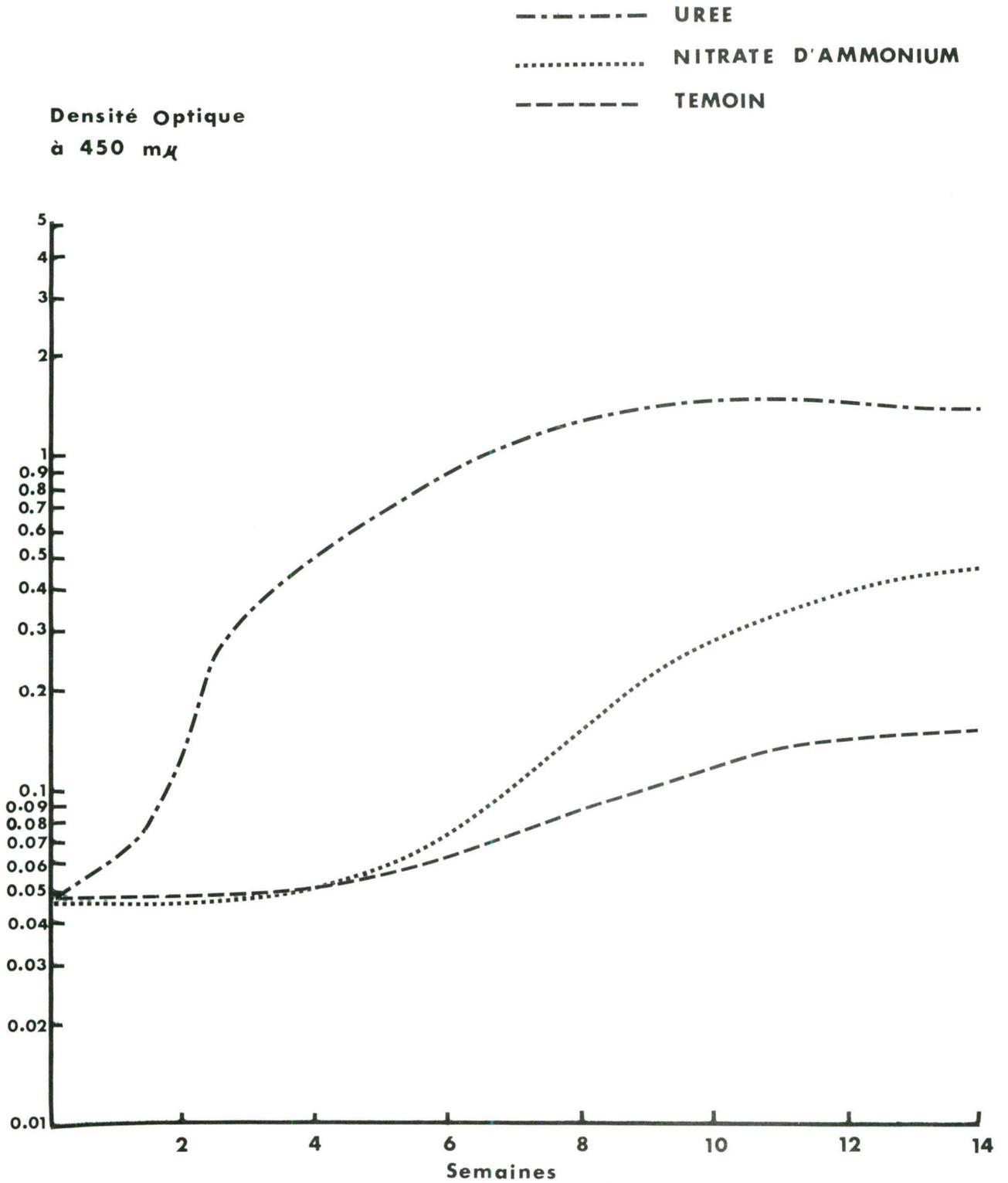


Figure 13. Effet de l'urée et du nitrate d'ammonium sur la coloration des solutions éluées.

Gonzalez, A. et G. Hubert. 1973. Action d'une fertilisation N-P-K in vitro sur un humus naturel; changements observés dans les produits de lessivage. Can. Centre Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Qué. Rapp. Inf. LAU-X-1. 33 p. illus.

Comparative study of urea and ammonium nitrate with regard to the leaching of nutrient elements in a forest humus.

ODC 114.2; 232.322.4

Engrais et amendements; sols-chimie; fertilizers and manures; soils-chemistry.





Environnement  
Canada

Environment  
Canada

Service  
des Forêts

Forestry  
Service