

**INFLUENCE DU GYPSE SUR LA MINERALISATION
DE L'AZOTE DANS LE SOL**

Par G.S.N. RAJU & H. ZOUGGARI

DEPARTEMENT DES SCIENCES DU SOL
INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE
EL-HARRACH - A L G E R -

R E S U M E

Une expérimentation au laboratoire a été réalisée pour étudier l'influence du gypse sur la minéralisation de l'azote appliquée dans le sol en utilisant 6 doses du gypse (0,2; 5,5; 10; 20 et 30 %). Les résultats nous indiquent que la teneur en gypse influe la minéralisation de l'azote appliqué dans le sol. Nous avons trouvé qu'une faible teneur en gypse (2,5 à 5 %) augmente la teneur en azote assimilable vraisemblablement en stimulant l'activité nitrifiante dans le sol par l'intermédiaire du calcium, un élément nutritif pour les bactéries. Une forte teneur en gypse (> 10 %) diminue la minéralisation de l'azote appliqué. L'allure de la minéralisation suit celle de la nitrification, indiquant que c'est la nitrification qui détermine l'allure et l'intensité de la minéralisation dans les sols. Donc l'effet de fortes teneurs en gypse serait dû au sulfate qui est toxique aux nitrifiantes. Nous avons trouvé un maximum de nitrification et d'azote assimilable total au 23ème jour d'incubation indiquant que la nitrification prend place au maximum pendant la 2ème et la 3ème semaine.

Mots clés: Gypse, minéralisation, ammonification, azote, nitrification, assimilable.

ملخص

تم تنفيذ تجربة في المخبر لدارسة مدى تأثير الجبس على تمعدن الأزوت المستعمل في التربة باستعمال 6 مقادير (مقننات) من الجبس (0 . 2,5 . 5 . 10 . 20 . 30 %).

تبين النتائج ان محتوى الجبس يؤثر على تمعدن الأزوت المستعمل في التربة. فقد وجدنا ان محتوى من الجبس (2,5 الي 5 %) يزيد من محتوى الأزوت المثول قابل من المحتمل ان يكون نتيجة لتحرير النشاط المنتج في التربة بواسطة الكلسيوم العنصر المغذي للمنتجات اما المحتوى العالي من الجبس (10 %) فانه ينقص تمعدن الأزوت المطبق.

ان سرعة (سلوك) التمعدن يمينها من النتجة تدل على ان النتجة هي التي تحدد سرعة و شدة التمعدن في التربة. لكن تأثير المحتويات العالية من الجبس يرجع الى الكيمياء التي تعتبر سامة للمنتجات. لقد وجدنا ان الحد الأقصى لتمعدن الأزوت المثول الكلي كان في اليوم 28 من التحضين وهذا يدل على ان النتجة يصل حدها الأقصى خلال الأسبوع الثاني.

INTRODUCTION

L'azote est un élément nutritif important et sa transformation dans le sol est complexe. Il est sujet dans les sols aux réactions chimiques, biologiques et minéralogiques telles que la minéralisation, l'immobilisation, la volatilisation etc... La teneur en azote assimilable dans le sol dépend de la minéralisation de

l'azote natif ou appliqué. Les sels dans les sols sont un des facteurs importants qui influence cette minéralisation parce que les microorganismes qui assurent ce processus sont plus sensibles aux sels (AGARWAL et al., 1971; LAURA, 1976; PATHAK and JAIN, 1975).

Le calcium et le magnesium, en petites quantités, stimulent l'activité des microorganismes et donc influencent positivement l'ammonification et la nitrification dans les sols (RENAULT, 1957). Cet effet dépend aussi des anions qui les accompagnent, surtout les sulfates qui sont toxiques aux bactéries nitrifiantes. Donc la teneur en gypse dans les sols influence le taux de minéralisation de l'azote (RANKOV, 1964, 1965, 1967). Selon SIGH et TANEJA 1977 les meilleurs résultats sont obtenus avec une faible teneur en gypse (2 à 5 tonnes/ha) et les plus faibles résultats sont obtenus avec une forte teneur en gypse (7,5 à 10 tonnes/ha).

En Algérie les sols calcaires et gypseux occupent une partie importante des sols cultivés. Il est très important d'étudier la nature de la minéralisation dans ces sols. Le but de ce travail est de déterminer l'influence du gypse sur l'ammonification et la nitrification (minéralisation) de l'azote appliqué dans les sols gypseux. Ce travail pourrait avoir des applications intéressantes dans la mise en valeur des sols gypseux surtout dans le domaine de la fertilisation azotée.

MATERIEL ET METHODES

Nous avons choisi un sol non-calcaire (pour éliminer l'effet du calcium sur la minéralisation au départ) de la ferme de l'I.N.A. L'échantillonnage a été effectué à 30 cm de profondeur et les échantillons sont séchés, broyés et tamisés (2 mm). Les analyses physico-chimiques de ce sol sont présentés dans le tableau 1.

Ce sol a une texture limono-sablo-argileux non-calcaire, non-salée avec un pH neutre, assez riche en matière organique. Il est pauvre en azote total et assimilable.

Pour l'expérimentation nous avons utilisé 6 traitements avec 0; 2,5; 5; 10; 20 et 30 % du gypse avec 3 répétitions. Pour chaque traitement nous avons pris 1000g de terre, mélangés avec la quantité correspondante de gypse sur papier plastique et transférés dans un erlen de 100ml., 15 ml. d'eau distillée (correspondant à 60 % de la capacité de rétention) qui contiennent l'azote de l'urée (correspondant à 200 ppm du sol) sont ajoutées par une burette. Ils sont distribués uniformément dans la masse et bien mélangés. Ensuite les échantillons sont incubés dans un incubateur à 28° C et l'humidité constante de 60% est maintenue pendant la période d'incubation en ajoutant de l'eau distillée tous les trois jours.

L'échantillonnage est effectué aux 0,1,3, 7,16,23,31 et 45ème jour d'incubation et les échantillons sont analysés pour déterminer l'N ammoniacal (échangeable) et l'N nitrique suivant la méthode d'extraction de BREMNER, 1966; le dosage est effectué par Auto-Analyzer pour suivre la minéralisation de l'azote appliqué dans le sol. Les résultats sont présentés dans le tableau 2, 3 et 4 et graphiquement présentés dans les figures 1, 2 et 3.

RESULTATS ET DISCUSSION

Ammonification

Les résultats (tableau 2) nous montrent que durant la première semaine, la teneur en azote ammoniacal augmente avec l'incubation (entre 8 et 13% de l'azote appliqué) pour l'ensemble des traitements. Cette ammonification est plus lente pour le témoin. L'ammonification se fait dans les sols par plusieurs types de microorganismes tels que les champignons, les bactéries etc... Le gypse fournit le calcium, un élément nutritif pour les microorganismes et donc stimule l'activité ammonifiantes (AGARWAL et al., 1971; RAJU, 1984; RENAULT, 1958). En plus l'urée est très soluble dans l'eau. C'est pour cela que nous avons trouvé une ammonification intense pendant la première semaine d'incubation.

Ensuite, il y a une diminution de la teneur en ammonium à partir du 7ème jour. Si on se réfère à la figure 1 on remarque que les teneurs en azote nitrique

augmentent en même temps. Ceci nous confirme que tout l'ammonium formé est rapidement nitrifié, c'est à dire que le processus d'ammonification est encore intense. Après deux semaines, il y a une fluctuation des teneurs en ammonium jusqu'à la fin de l'incubation.

En comparant les différents traitements entre eux, on constate que durant la première semaine (0 - 7 jours), les teneurs en azote ammoniacal augmentent avec le taux de gypse. Après la première semaine c'est plutôt l'inverse qui se produit c'est à dire les meilleurs résultats sont enregistrés pour les traitements ayant les plus faibles pourcentages (2,5-5 %) alors que ceux relatifs aux traitements en gypse élevés (10 - 20 et 30 %) sont plus faibles. Les analyses statistiques montrent que les différences entre les traitements sont significatives. Probablement cela serait dû au fait que les microorganismes ammonifiants ne supportent pas longtemps la présence de forte teneur de gypse alors que de faibles pourcentages sont nécessaires pour permettre une meilleure activité de ces microorganismes (SINGH et TANEJA, 1977).

Puisque l'ammonium formé est nitrifié, les basses teneurs en ammonium ne signifient pas que l'ammonification est faible. Selon SINGH and TANEJA (1977), la teneur en azote ammoniacal diminue et celle d'azote nitrique augmente avec la durée d'incubation due à la nitrification de l'ammonium nitrifié. Il est plus justifié de comparer l'effet du gypse sur l'ensemble de l'azote assimilable.

Nitrification

Les résultats (tableau 4) et la figure 1 nous indiquent qu'il y a une augmentation des teneurs en azote nitrique jusqu'à 23ème jour d'incubation et puis elles diminuent jusqu'à la fin de l'incubation. Ceci nous montre que le maximum de nitrification prend place entre la 3ème et la 4ème semaine atteignant 38 à 75 % de l'azote appliqué en fonction de la teneur du gypse. Dans les conditions favorables, la nitrification atteint son maximum en moins de 4 semaines (LUTZ, 1966; RAJU, 1974). Nous avons trouvé aussi que tous les traitements ont montré la

même allure et présentent la même forme du début jusqu'à fin de l'incubation.

Concernant l'influence du gypse, la figure nous montre que quelle que soit la durée d'incubation, la teneur maximal en azote nitrique correspond au traitement de 2,5 % en gypse et la plus faible correspond au plus fort pourcentage en gypse (30). A partir du traitement avec 2,5% en gypse, plus le taux de gypse augmente, plus la teneur en azote nitrique diminue. Ceci est confirmé par les analyses statistiques (Tableau 5). En effet quel que soit le jour d'incubation, les différences entre les traitements sont très significatives. Donc une faible teneur en gypse (2,5 à 5%) stimule la nitrification et une forte teneur en gypse ($> 5\%$) inhibe la nitrification.

La nitrification dans les sols se fait par les bactéries nitrifiantes tel que les **Nitrosomonas**, les **Nitrobacter** etc... ces bactéries sont plus sensibles aux sels et au pH du sol (LAURA, 1973). Leurs activités sont maximum à un pH basique (WAHAAB and RASOOL, 1960). La présence des sulfates est toxique pour ces bactéries nitrifiantes et donc une forte teneur en gypse (plus que l'optimum) diminue ce processus de la nitrification. En même temps, une petite quantité de gypse stimule la nitrification parce que le calcium du gypse est un élément nutritif aux microorganismes, donc favorise l'activité des nitrifiantes (RENAULT, 1958; SINGH et TANUJA, 1977). Dans notre cas, nous avons trouvé cette valeur optimum de la teneur en gypse entre 2,5 et 5 %.

Azote assimilable (N-NH₄ et N-NO₃)

Une comparaison des résultats de l'ammonification, de la nitrification et des teneur en azote assimilable nous indique que l'azote assimilable suit la même allure que la nitrification. Ceci nous montre que c'est la nitrification qui détermine le maximum d'azote assimilable dans les sols.

La teneur maximale en azote assimilable se trouve dans le traitement avec 2,5% de gypse et elle diminue avec l'augmentation du gypse dans le sol. L'effet dépression de gypse en teneur plus que optimum est due à l'effet toxique d'excès de gypse sur le nombre et l'activité

des bactéries nitrifiantes. Les explications donnés dans la nitrification sont également applicables pour l'azote assimilable.

Nous avons trouvé, comme dans le cas de la nitrification, la teneur maximale en azote assimilable au 23ème jour pour tous les traitements, et puis elle diminue jusqu'à la fin de l'incubation. Ceci nous montre que la minéralisation dans les sols se fait rapidement entre la 2ème et la 3ème semaine (SINGH and TANEJA, 1977). A la fin de la période d'incubation, on ne retrouve pas tout l'azote minéralisé. En effet les teneurs en azote assimilable au 45ème jour varient entre 2 et 34% de l'azote appliqué et sont beaucoup plus inférieures à celles des 23ème jour. Puisque les conditions d'expérimentation ne sont pas favorables a la volatilisation, la dénitrification, la perte par lessivage, la rétrogradation par les argiles (taux en argile faible), la majeure partie de l'azote minéralisé, vraisemblablement, est immobilisée par les micro-organismes du sol. Ceci nous montre que l'azote assimilable, s'il n'est pas utilisé immédiatement, est réorganisé dans le sol sous forme non-assimilable.

C O N C L U S I O N

La teneur en gypse influence la minéralisation de l'azote appliqué dans le sol. Nous avons trouvé qu'une faible teneur en gypse (2,5 à 5 %) augmente la teneur en azote assimilable vraisemblablement en stimulant l'activité nitrifiante dans le sol par l'intermédiaire du calcium, un élément nutritif aux nitrifiantes. Une forte teneur en gypse (> 10 %) diminue la minéralisation de l'azote appliqué. L'allure de la minéralisation suit celle de la nitrification, indiquant que c'est la nitrification qui détermine l'allure et l'intensité de la minéralisation dans les sols. Donc l'effet de fortes teneurs en gypse serait dû au sulfate qui est toxique aux nitrifiantes.

Nous avons trouvé un maximum de nitrification et d'azote assimilable total au 23ème jour d'incubation indiquant que la nitrification prend place au maximum pendant la 2ème et la 3ème semaine.

B I B L I O G R A P H I E

- AGARWAL (R.D.); SINGH (B.R.) and KANEHIRO (Y.).- Ionic effect of salts on mineral nitrogen release in an allophanic soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35; 1971. 454-457.
- BREMNER (J.M.).- Inorganic forms of nitrogen. In Methodes of soil analyses par C.A. Black, part 2, 1966. 1185 - 1190.
- LAURA (R.D.).- Effect of sodium carbonate on carbon and nitrogen mineralisation of organic matter added to soil. Geoderma 9; 1973. 15-26.
- LAURA (R.D.).- Effects of alkali salts on carbon and nitrogen mineralisation of organic matter in soil. Plant and Soil. 44 ; 1976. 587 - 596.
- PATHAK (A.) and JAIN (S.Z.).- Effect of alkali salts. II on nitrification. J. of soil water conservation, India 13; 1965. 30 - 32.
- RANKOV (V.).- Effect of gypsum and fertilizer on microflora on saline soils. Izv. Inst. Pochvoznan Agrotecch Pushkarov 8; 203-212. In soils and fert. 27. 1964. 1508.
- RANKOV (V.).- Effect of applying gypsum and fertilizers to saline soils on the rhizosphere microflora of millet. Rast. Nauki 1; 31-38. In soils and fert. 28. 1965. 2456.
- RANKOV (V.).- Effect of applying gypsum and fertilizers on ammonification and nitrification in saline soils. Mikrobiologiya 36. 1967. 144 - 149.
- LUTZ (Jr.).- Ammonium and potassium fixation and release in selected soils of Southeastern United States. Soil Sci. 102. 1966. 366-372.
- RAJU (G.S.N.).- Evaluation de l'azote dans certains types des sols d'Hodna. Communication, I.N.A., El-Harrach. 1984.

- RAJU (G.S.N.) and ASIT MUKHOPADHYAY (K.).- Studies on availability of fixed ammonium to nitrifying organisms. *Plant and Soil* 41; 1974. 287 - 291.
- RENAULT.- *Chimie agricole, Tome 2. La biosphère.* Ed. ERGOLLE, Paris, 1958. 257.
- SINGH (B.R.) and TANEJA (S.N.).- Effect of gypsum on mineral nitrogen status in alkaline soils. *Plant and Soil* 48; 1977. 315 - 321.
- WAHAAB (A.). and RASOOL (G.).- Effect of different salts and their concentrations on the rate of nitrification of ammonium sulfate. *Pakistan J. Sci. Research* 12; 1960. 47 - 52.

TABLEAU 1 : Caractéristiques physico-chimiques du sol

CARACTERE	METHODE UTILISES	RESULTATS
Granulométrie	Pipette Robinson	
argile		14.2 %
limons		62.2 %
sable fin		10.9 %
sable grossier		00.0 %
Calcire		
total	Calcimètre Bernard	00.00 %
actif	Drouineau	00.05 %
pH eau	1/2,5	07.30
pH KCl	"	06.50
Gypse	Gravimètre	00.00 %
C organique	Anne modifiée	01.10 %
M.O.		01.90 %
C.E.C.	Centrifugation	09.20 m.é./100g
Bases ech.	Absorption atomique	
ca		04.32 "
Mg		02.07 "
K		01.54 "
Na		0.87 "
Conductivité électrique	Pate saturée	01.02 mmhos/cm
Azote	Auto-Analyzer	
total	Keldahl	00.065 %
ammonical	Auto-Analyzer	11 ppm
nitrique	"	14 ppm

TABLEAU 2 : Influence du gypse sur l'ammonification de l'azote

Incubation en jour	Gypse en %					
	0.0	0.5	5.0	10.0	20.0	30.0
0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.66	11.09	11.15	12.29	13.10	10.86
3	7.19	8.93	9.66	10.24	12.03	12.93
7	7.80	6.20	6.60	6.68	7.09	7.78
16	2.30	3.43	3.16	3.58	2.98	3.20
23	5.38	5.68	5.14	3.66	3.30	3.19
31	1.64	2.14	1.94	0.93	1.82	1.17
45	2.30	4.16	2.26	3.14	2.86	3.02

* : Toutes les valeurs sont en % de l'azote appliqué et moyenne des 3 répétitions.

TABLEAU 3 : Influence du gypse sur la nitrification de l'azote

Incubation en jour	Gypse en %					
	0.0	2.5	5.0	10.0	20.0	30.0
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	1.61	1.48	1.05	0.00	0.00
3	3.64	4.55	3.89	3.75	1.60	0.00
7	11.69	9.57	8.90	8.20	6.98	5.78
16	20.82	15.85	15.05	14.42	13.49	12.37
23	46.15	75.63	61.15	56.15	50.70	38.65
31	20.89	22.07	19.56	18.71	17.60	16.52
45	0.54	14.05	11.26	11.26	0.00	0.00

*: Toutes les valeurs sont en % de l'azote appliqué et moyenne des 3 répétitions.

TABEAU 4 : Influence du gypse sur la minéralisation de l'azote

Incubation en jour	Gypse en %					
	0.0	2.5	5.0	10.0	20.0	30.0
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.66	12.70	12.63	13.34	13.10	10.86
3	10.86	13.48	13.55	13.99	13.63	12.93
7	18.49	15.77	15.50	14.88	14.07	13.56
16	22.82	19.28	18.21	18.00	16.47	15.57
23	51.53	81.31	66.29	59.95	54.00	41.84
31	22.53	24.21	21.50	19.64	19.42	17.69
45	22.53	24.21	21.50	19.64	19.42	17.69

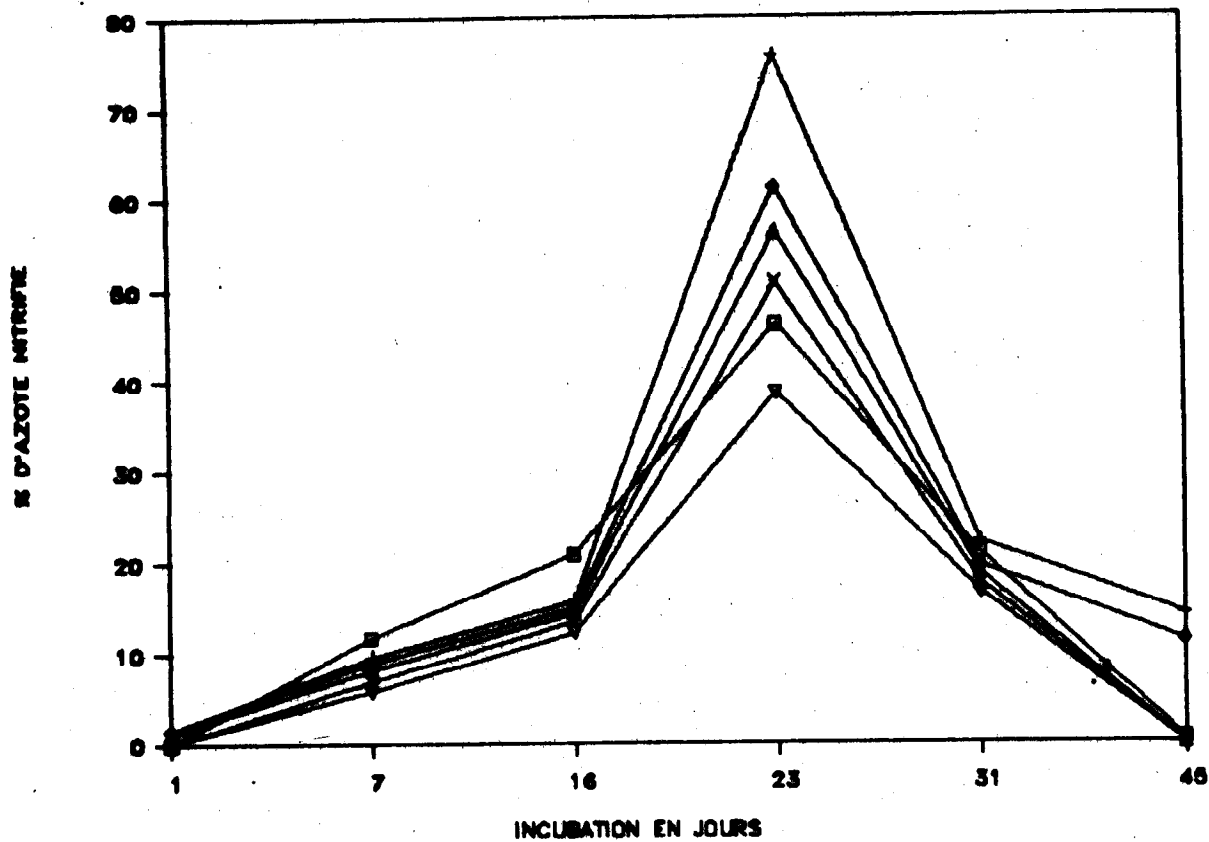
* : Toutes les valeurs sont en % de l'azote appliqué et moyenne des 3 répétitions.

TABLEAU 5 : Les analyses statistiques

Azote	Incubation en jours							
	0	1	3	7	16	23	31	45
N ammoni- cal	0.01	2.56	25.57	6.92	0.81	15.57	9.35	3.19
N nitri- que	0.06	17.29	17.50	5.13	19.96	59.04	39.49	131.27
N assimi- lable	0.12	4.78	1.27	0.95	13.39	55.28	25.90	127.60

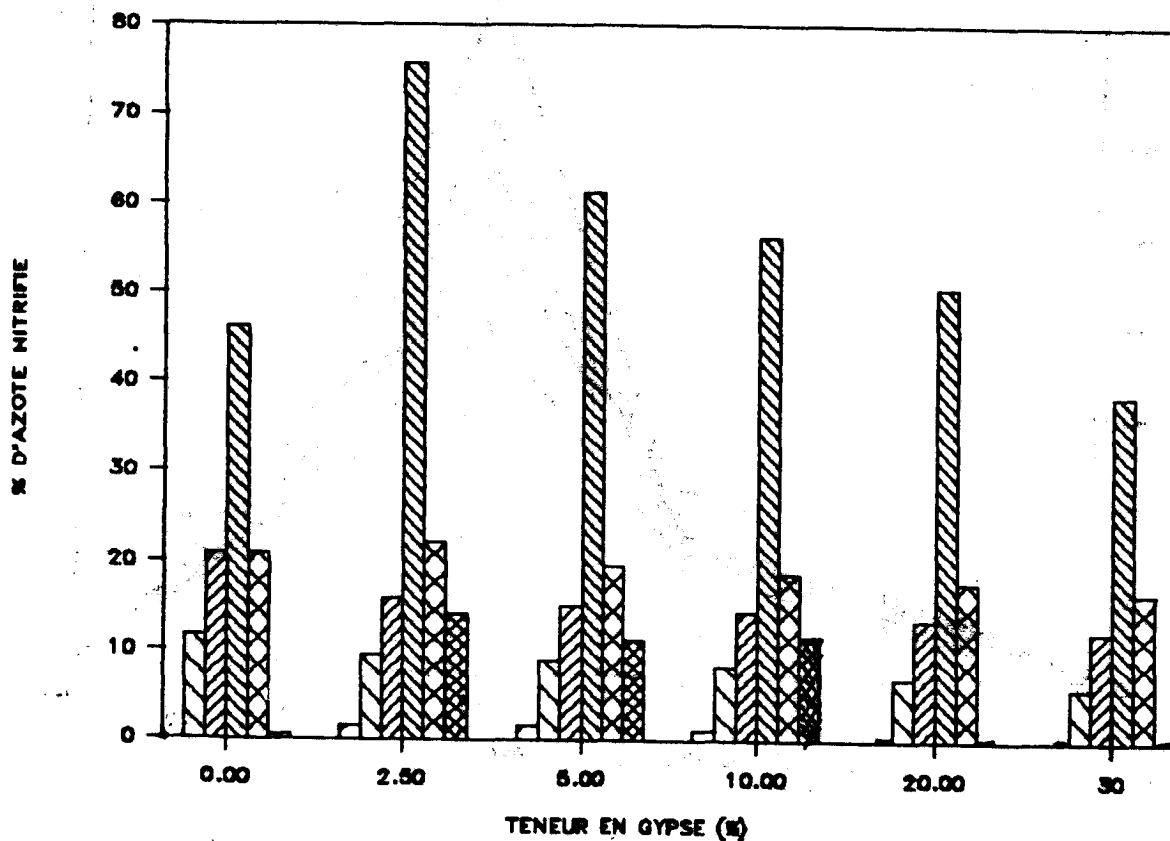
*: Toute les valeurs sont les F-observés;
F-théorique = 3,48.

Figure 1: Influence du jour d'incubation sur la nitrification de l'azote



Gypse en %: □ = 0.0%; + = 2.5; ⊕ = 5; △ = 10; X = 20; ▽ = 30

Figure 2: Influence de gypse sur la nitrification de l'azote









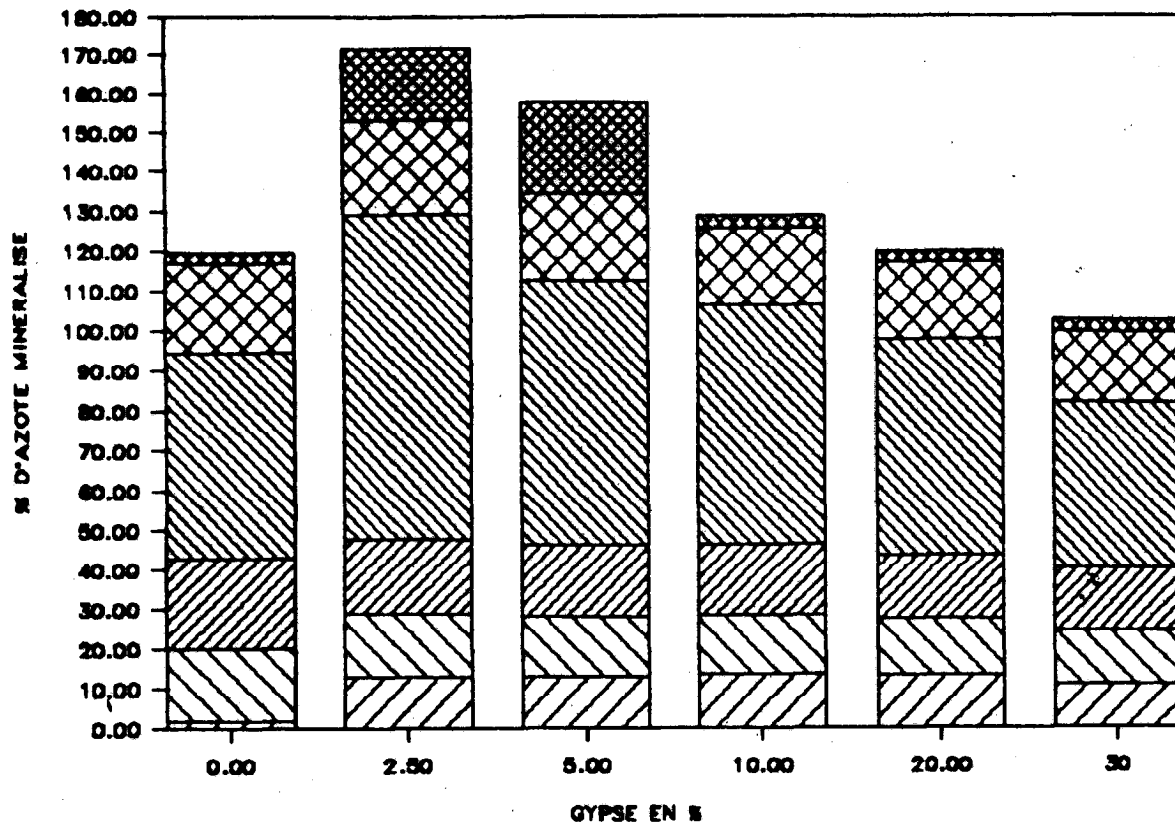




Incubation en jours :  = 1 jour;  = 7 jours;
 = 16 jours;  = 23 jours;
 = 31 jours;  = 45 jours;

Figure 3: Influence de gypse sur la minéralisation de l'azote



Incubation en jours:  = 1 jour;  = 7 jour

 = 16 jour;  = 23 jour;  = 31 jour;  = 45 jour;