



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Évaluation de l'efficacité de différentes formes d'azote dans le bleuet sauvage

Rapport de recherche - 1 -

Jean Lafond

Mars 2010

Canada

D'après des travaux effectués dans les maritimes, le bleuet sauvage utilise de façon préférentielle l'azote sous la forme ammoniacale que celle sous la forme de nitrate (Townsend 1969). Ainsi, il est généralement recommandé d'utiliser des sources d'azote contenant de l'ammonium. Quoique l'urée contienne de l'ammonium, cette source n'est pas recommandée car lors de sa solubilisation, il y a une augmentation du pH du sol. Cette augmentation du pH du sol n'est pas désirée dans la production du bleuet sauvage car cette culture préfère des pH acides pour optimiser sa croissance. De plus, l'activité de l'uréase est reconnue comme étant limitée dans des conditions de pH acide. Par ailleurs, il existe d'autres sources d'azote qui pourraient être intéressantes à évaluer dans la production du bleuet sauvage. De plus, comme le bleuet est une plante qui prélève peu d'azote, le suivi de l'azote résiduel à l'automne est essentiel. Il a été démontré que l'utilisation de dose importante d'ammonium favorise l'accumulation de nitrate en fin de saison (Lafond 2010).

Objectifs

L'objectif général du projet est d'évaluer l'efficacité des engrais azotés dans la culture du bleuet sauvage.

Les objectifs spécifiques sont :

- de déterminer la réponse de la culture du bleuet nain sauvage à la fertilisation azotée;
- de déterminer l'effet des différentes sources de N sur le pH du sol;
- de déterminer l'effet des différentes sources de N sur les nitrates et l'ammonium résiduel dans le sol.

Matériel et Méthodes

L'expérience s'est déroulée à trois bleuetières, soit à la bleuetière Coopérative d'Albanel, de Saint-Eugène et de Saint-Méthode. Les essais ont été mis en place en mai 2009 dans une bleuetière en végétation.

Les traitements ont consisté en cinq sources d'azote : sulfate d'ammonium, urée, nitrate d'ammonium calcique, engrais chélaté, azote FRN. La dose d'azote a été de 25 kg N ha^{-1} . Une dose de 13 kg ha^{-1} de phosphore sous forme de superphosphate triple et une dose de 25 kg ha^{-1} de

potassium sous forme de sulfate de potassium ont été appliquées au mois de mai lors de l'année de végétation. Ainsi, il y a eu 5 traitements et ils ont été distribués en quatre blocs aléatoires pour un total de 20 parcelles par site. Les dimensions des parcelles ont été de 1 X 5 m.

À l'année de végétation, des échantillons de sol ont été prélevés :

- au printemps avant l'application des engrais (composite);
- un mois après l'application des engrais (15 juin) (toutes les parcelles);
- deux mois après l'application des engrais (15 juillet) (toutes les parcelles);
- trois mois après l'application des engrais (15 août) (toutes les parcelles);
- et quatre mois après l'application des engrais (15 septembre) (toutes les parcelles).

Les échantillons ont été prélevés sur trois (3) couches de sol, soit la litière (couche de matière organique bien décomposée) (0-5 cm), 5-30 et 30-60 cm et ce à trois endroits différents dans la parcelle.

Des échantillons de feuilles ont été prélevés à l'aoûtement de la culture (fin juillet). La hauteur moyenne des tiges et le nombre de tige au m² ont déterminés lors de la première année.

Des analyses chimiques seront effectuées sur des sous échantillons de feuille préalablement moulus. Les concentrations en N, P, K, Ca et Mg ont été dosées après digestion humide (acide sulfurique-peroxyde- acide sélénieux) (Isaac et Johnson 1976). Les concentrations en Al, B, Cu, Fe Mn et Zn ont été dosées après une calcination.

Les échantillons de sol ont été séchés à l'air (20 °C) et tamisés à 2 mm avant de procéder aux analyses. Le pH du sol a été mesuré dans l'eau selon un rapport 1:2 (Hendershot et al. 2007). Les éléments nutritifs (P, K, Ca et Mg) du sol ont été extraits avec la solution Mehlich 3 (Ziadi et Tran 2007). La teneur en phosphore du sol a été déterminée par colorimétrie (Murphy et Riley 1962). La teneur en potassium du sol sera déterminée par spectrophotométrie d'émission de flamme et les teneurs en calcium et magnésium par spectrophotométrie d'absorption atomique (Perkin Elmer AAnalyst 300, Überlingen, Allemagne). Les nitrates et l'ammonium du sol seront extraits avec une solution 2 M KCl (rapport 1:2 de sol et de solution extractive) (Maynard et al. 2007). Les déterminations des nitrates et de l'ammonium ont été réalisées par colorimétrie (Lachat Instruments 2005, Quickchem Method 12-107-04-1-B; 12-107-06-2-A). La matière organique totale du sol a été déterminée par oxydation par voie humide selon la méthode modifiée Walkley-Black (CPVQ 1988).

Résultats et discussion

Les caractéristiques chimiques des sites avant l'application des traitements sont présentées au Tableau 1. Les sites sont caractérisés par des pH acides, de faibles quantités de N (nitrate et ammonium). Les concentrations en P sont faibles pour les sites de Saint-Eugène et Saint-Méthode tandis que les concentrations en P sont près de deux fois plus élevés au site d'Albanel. Le site de Saint-Eugène est relativement riche en K et Mg comparativement aux deux autres sites. La couche de surface est caractérisée par teneur en matière organique élevée (9 à 16 %) tandis que les couches inférieures sont plus pauvres.

Analyses foliaires

Les différentes sources de N n'ont eu aucun impact sur la concentration en N des feuilles (Tableau 2). Pour les sites d'Albanel et de Saint-Eugène, les concentrations en N des feuilles ont atteint les concentrations minimales en N des feuilles (Lafond 2009). Toutefois, pour le site de Saint-Méthode, la concentration moyenne en N des feuilles est plus faible (1,61 %) que la concentration minimale (1,64%). La concentration en P des feuilles n'a pas été significativement influencée par les sources de N (Tableau 2). Pour le site d'Albanel, la concentration en P des feuilles (0,112 %) est sous la limite inférieure proposée de 0,119 % (Lafond 2009). La concentration en K des feuilles n'a pas été significativement influencée par les sources de N au site d'Albanel et de Saint-Eugène (Tableau 2). Au site de Saint-Méthode, la concentration en K des feuilles a été significativement plus élevée avec l'apport de sulfate d'ammonium comparativement à l'engrais enrobé. La concentration en K des feuilles n'a toutefois pas été significativement influencée par les autres sources de N. Les concentrations en K des feuilles ont atteint la concentration minimale proposée de 0,54 % (Lafond 2009). La concentration en Ca des feuilles n'a pas été significativement influencée par les sources de N au site d'Albanel et de Saint-Méthode (Tableau 2). Au site de Saint-Eugène, la concentration en Ca des feuilles a été significativement plus élevée avec l'apport de sulfate d'ammonium comparativement à l'urée. La concentration en Ca des feuilles n'a toutefois pas été significativement influencée par les autres sources de N. Les concentrations en Ca des feuilles ont atteint la concentration minimale proposée de 0,293 % (Lafond 2009). La concentration en Mg des feuilles n'a pas été significativement influencée par les sources de N au site de Saint-Eugène et de Saint-Méthode (Tableau 2). Au site d'Albanel, la concentration en Mg des feuilles a été significativement plus élevée avec l'apport de nitrate d'ammonium comparativement au sulfate d'ammonium. La concentration en Mg des feuilles n'a toutefois pas été significativement influencée par les autres

sources de N. Les concentrations en Mg des feuilles ont atteint la concentration minimale proposée de 0,134 % (Lafond 2009).

Les concentrations en B et en Mn des feuilles n'ont pas été significativement influencées par les sources de N (Tableau 2). La concentration en Al des feuilles a été significativement plus faible avec l'apport de sulfate d'ammonium comparativement aux autres sources de N pour le site d'Albanel uniquement (Tableau 2). La concentration en Cu des feuilles a été significativement plus élevée avec l'apport de sulfate d'ammonium et de nitrate d'ammonium comparativement aux autres sources de N pour le site de Saint-Eugène uniquement (Tableau 2). La concentration en Zn des feuilles a été significativement plus faible avec l'apport de sulfate d'ammonium comparativement au nitrate d'ammonium pour le site d'Albanel uniquement (Tableau 2). La concentration en Fe des feuilles a été significativement plus faible avec l'apport de sulfate d'ammonium et de nitrate d'ammonium comparativement l'urée pour le site de Saint-Eugène (Tableau 2). Au site de Saint-Méthode, la concentration en Fe des feuilles a été significativement plus élevée avec l'apport d'urée comparativement à l'engrais FRN.

pH du sol

Le pH du sol a été peu influencé par les sources d'azote (Tableaux 3, 4 et 5). Toutefois, au site d'Albanel (Tableau 3), le pH du sol au deuxième échantillonnage dans la couche de surface a été significativement plus élevée avec l'utilisation de l'azote à libération lente (FRN) comparativement aux autres sources de N (Figure 1). Pour les autres couches de sol et dates d'échantillonnage, le pH du sol n'a pas été significativement influencé par les sources de N (Figures 2 et 3). Néanmoins, le pH du sol a tendance à être plus élevé avec l'utilisation d'urée (engrais FRN et urée).

Au site de Saint-Eugène, le pH du sol a été significativement plus élevé avec l'urée, le FRN et le nitrate d'ammonium calcique comparativement au sulfate d'ammonium au premier échantillonnage dans la couche de sol de surface (Tableau 4) (Figure 4). Aux autres dates d'échantillonnage et couches de sol, il n'a pas eu d'effet significatif des sources de N sur le pH du sol (Figures 5 et 6).

Au site de Saint-Méthode, le pH du sol a été significativement plus élevé l'urée, le FRN et le nitrate d'ammonium calcique comparativement au sulfate d'ammonium à la première et deuxième date d'échantillonnage dans la couche de sol de surface (Tableau 5) (Figure 7). Au quatrième échantillonnage, le pH du sol est demeuré significativement plus élevé avec

l'utilisation de l'urée comparativement aux autres sources. Dans la couche de sol 5-30 cm, au deuxième et quatrième échantillonnage, le pH du sol a été significativement plus élevé avec l'urée, le FRN et le nitrate d'ammonium calcique (Figure 8). Dans la couche de sol 30-60 cm, le pH du sol n'a pas été significativement influencé par les sources de N (Figure 9).

Les résultats ont démontré que l'utilisation des engrais à base de sulfate (SA et EC) ont permis de maintenir le pH du sol à de faibles valeurs tandis que les engrais à base d'urée (FRN et urée) ont augmenté le pH du sol. Le nitrate d'ammonium calcique a également tendance à favoriser l'accroissement du pH du sol lors de l'hydrolyse.

Nitrates du sol

L'utilisation de différences sources de N dans la production du bleuet sauvage peut être intéressante pour diminuer les nitrates résiduels. Les résultats des différents sites n'ont pas permis d'identifier une source ayant un plus faible impact sur les nitrates du sol (tableaux 3, 4 et T5). Au cours de la saison, des fluctuations de nitrates ont été mesurées avec toutes les sources de N (Figures 10 à 18). Au dernier échantillonnage, les quantités de nitrates ont été comparables, peu importe la source de N.

Ammonium du sol

L'ammonium du sol a augmenté à la suite des apports des engrais azotés (Tableau 3, 4 et 5). Généralement les engrais contenant de l'ammonium (EC et SA) ont augmenté rapidement la concentration en ammonium du sol comparativement aux autres sources dans la couche de sol de surface au premier échantillonnage (Figures 19, 22 et 25). Au deuxième échantillonnage, la concentration en N-NH₄ a été plus élevée avec les engrais FRN, le sulfate d'ammonium et l'urée comparativement aux autres sources. Au troisième échantillonnage, la concentration en N-NH₄ a été plus élevée avec l'urée comparativement aux autres sources. Au quatrième échantillonnage, la concentration en N-NH₄ a été comparable entre les différentes sources.

Dans la couche de sol 5-30 cm, la concentration en N-NH₄ a été plus élevée avec les engrais FRN, EC, sulfate d'ammonium et l'urée comparativement au nitrate d'ammonium calcique au premier échantillonnage (Figures 20, 23 et 26). Au deuxième échantillonnage, la concentration en N-NH₄ a été plus élevée avec les engrais FRN, le sulfate d'ammonium et l'urée comparativement à l'EC et au nitrate d'ammonium calcique. Au troisième et quatrième

échantillonnage, la concentration en N-NH₄ a été comparable entre les différentes sources.

Dans la couche de sol 30-60 cm, la concentration en N-NH₄ a été plus élevée avec le nitrate d'ammonium calcique comparativement aux autres sources à la première date d'échantillonnage (Figure 22, 24 et 27). Aux autres date d'échantillonnage, la concentration en N-NH₄ a été comparable entre les différentes sources de N.

Les analyses statistiques ont indiqué qu'il n'avait d'effet significatif des sources de N sur l'ammonium résiduel dans le sol. Toutefois, l'ammonium provenant des engrais complet et du sulfate d'ammonium a été rapidement mis en solution comparativement à l'engrais à libération lente (FRN) et l'urée. Par ailleurs, les engrais à libération lente (FRN) et urée ont augmenté la concentration en N-NH₄ plus tard en saison. Néanmoins, en fin de saison, la concentration en N-NH₄ du sol a été semblable pour toutes les sources de N.

Conclusion

Les différentes sources de N n'ont eu aucun significatif sur les concentrations en éléments nutritifs des feuilles. La disponibilité du N de ces différentes sources serait comparable. Par ailleurs, le pH du sol a été peu affecté par les sources de N quoique avec l'urée, il y aurait une augmentation de ce dernier. L'utilisation de différences sources de N dans la production du bleuet sauvage peut être intéressante pour diminuer les nitrates résiduels. Les résultats des différents sites n'ont pas permis d'identifier une source ayant un plus faible impact sur les nitrates et l'ammonium du sol. Au cours de la saison, des fluctuations de nitrates ont été mesurées avec toutes les sources de N. Au dernier échantillonnage, les quantités de nitrates et d'ammonium ont été comparables, peu importe la source de N.

Références

Conseil des productions végétales du Québec (CPVQ). 1988. Méthodes d'analyse des sols, des fumiers et des végétaux. AGDEX 533. Gouvernement du Québec, Québec, Canada.

Hendershot, W. H., Lalande, H. et Duquette, M. 2007. Soil reaction and exchangeable acidity. Pages 171-178 dans M.R. Carter et E.G. Gregorich (éd.). Soil sampling and methods of analysis. Deuxième édition. Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers, Boca Raton,

FL.

Isaac, R. A. et Johnson, W. C. 1976. Determination of total nitrogen in plant tissue, using a block digester. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **59**: 98-100.

Lafond, J. 2009. Optimum leaf nutrient concentrations for wild lowbush blueberry in Quebec. *Can. J. Plant Sci.* **89** : 341-347.

Lafond, J. 2010. Effet du fractionnement de la fertilisation azotée sur la productivité du bleuet nain sauvage et sur l'azote du sol. *Can. J. Soil Sci.* **90**: 189-199.

Maynard, D. D., Kalra, Y. P. et Crumbaugh, J. A. 2007. Nitrate and exchangeable ammonium nitrogen. Pages 71-80 dans M.R. Carter et E.G. Gregorich (éd.). *Soil sampling and methods of analysis. Second Edition.* Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Murphy, J. et Riley, J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in surface waters. *Anal. Chim. Acta* **27**: 31-36.

Ziadi, N. et Tran, T. S. 2007. Mehlich III-Extractable elements. Pages 81-88 dans M.R. Carter et E.G. Gregorich (éd.). *Deuxième édition. Soil sampling and methods of analysis.* Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Tableau 1. Caractéristiques des sols des différents sites

Site	Couche de sol (cm)	pH	N-NO ₃	N-NH ₃	P	K	Ca	Mg	Matière organique (%)
					(mg kg ⁻¹)				
Albanel	0-5	4,71	0,00	1,43	105,3	71,9	130,1	18,0	11,73
	5-30	5,01	0,02	0,66	77,4	30,8	19,4	5,6	4,61
	30-60	5,20	0,16	0,20	86,1	18,8	2,3	2,4	2,16
Saint-Eugène	0-5	4,67	0,00	1,34	54,7	139,0	947,9	142,2	15,81
	5-30	5,26	0,00	0,28	40,4	26,8	45,6	10,2	2,71
	30-60	5,56	0,00	0,00	31,9	17,2	15,5	3,9	1,10
Saint-Méthode	0-5	4,87	0,20	4,78	22,7	70,6	381,8	48,4	9,67
	5-30	5,33	0,00	0,43	10,3	22,9	58,4	8,8	2,84
	30-60	5,46	0,00	0,23	17,0	12,7	14,2	2,8	1,06

Tableau 2. Concentration en éléments minéraux dans les feuilles de bleuet à l'année de végétation

Site	Source de N	N	P	K	Ca	Mg	Al	B	Cu	Zn	Fe	Mn	(mg kg ⁻¹)										
													(%)										
Albanel	EC	1,78	0,13	0,60	0,31	0,15	62,00	57,73	6,05	14,13	14,93	190,15											
	FRN	1,60	0,10	0,60	0,32	0,16	63,75	62,78	5,75	12,95	13,33	190,78											
	NA	1,71	0,12	0,61	0,33	0,17	69,25	54,98	6,13	14,18	13,85	196,08											
	SA	1,64	0,10	0,63	0,33	0,14	42,25	69,13	4,50	9,05	14,53	184,78											
	UR	1,67	0,11	0,61	0,35	0,17	54,25	69,65	5,10	11,08	14,35	192,13											
Saint-Eugène	EC	1,75	0,15	0,59	0,46	0,22	78,25	36,10	4,68	17,93	19,90	185,45											
	FRN	1,86	0,14	0,61	0,43	0,21	67,25	42,73	3,85	12,40	20,98	198,05											
	NA	1,77	0,14	0,55	0,43	0,21	86,00	34,35	5,18	17,18	19,80	190,18											
	SA	1,76	0,13	0,58	0,48	0,20	118,50	41,15	6,35	20,18	18,65	200,15											
	UR	1,71	0,13	0,54	0,40	0,20	79,75	37,08	4,65	15,35	23,65	198,60											
Saint-Méthode	EC	1,60	0,14	0,51	0,35	0,19	81,25	53,53	5,53	13,08	16,63	232,85											
	FRN	1,58	0,13	0,55	0,33	0,18	97,25	56,23	5,58	13,15	15,23	226,00											
	NA	1,60	0,13	0,56	0,34	0,20	126,50	55,43	7,68	21,75	15,98	231,50											
	SA	1,68	0,15	0,61	0,34	0,17	123,00	65,90	6,25	15,70	16,18	239,65											
	UR	1,61	0,14	0,60	0,35	0,19	155,75	56,33	8,43	22,08	17,38	232,03											

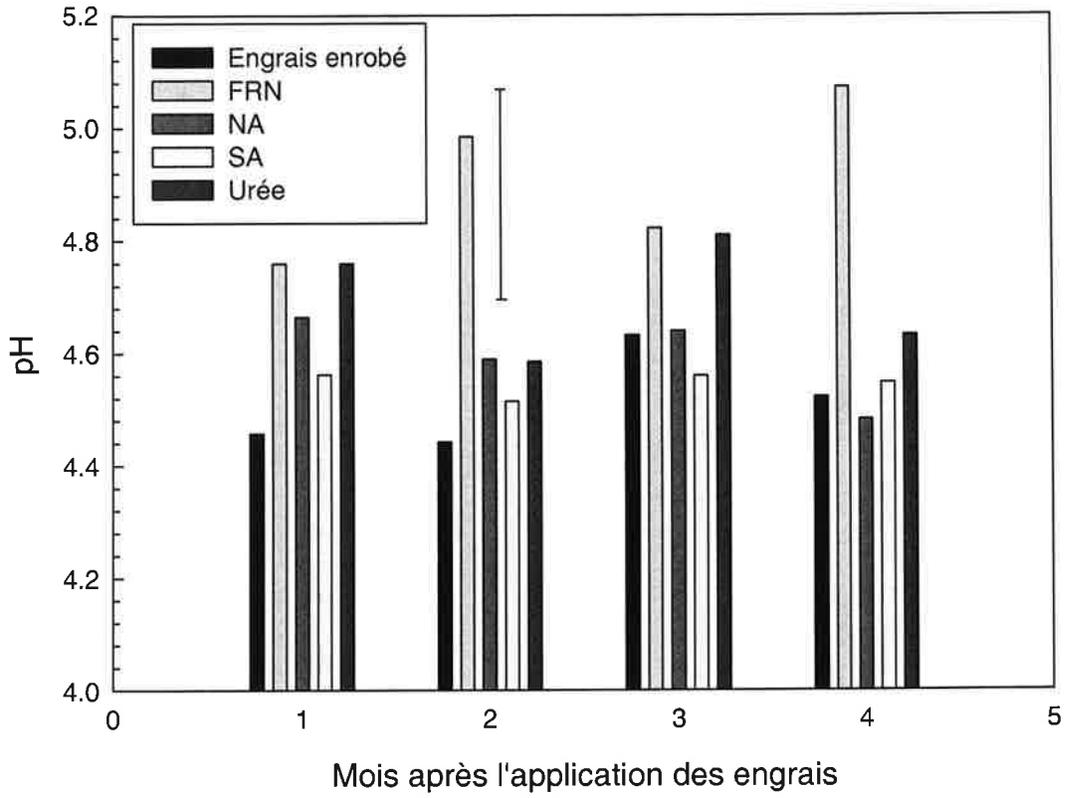


Figure 1. Effet des différentes sources de N sur le pH du sol dans la couche 0-5 cm au site d'Albanel 1

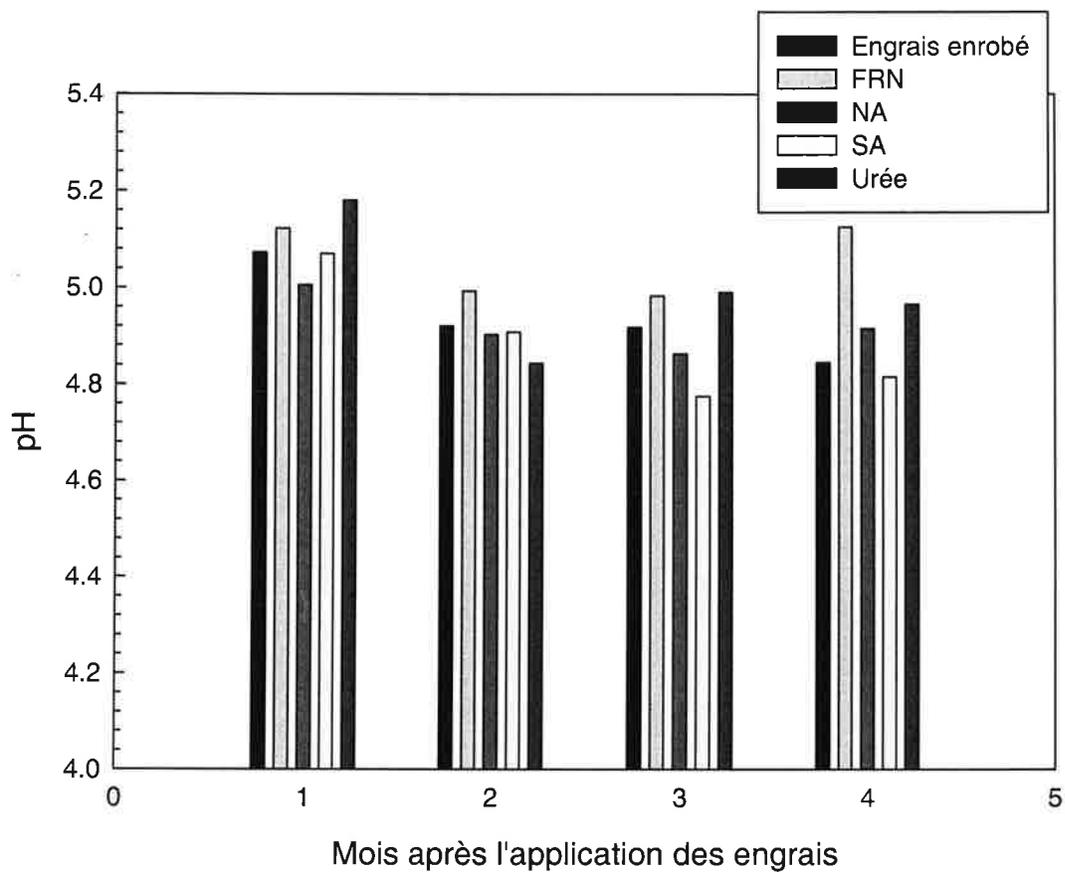


Figure 2. Effet des différentes sources de N sur le pH du sol dans la couche 5-30 cm au site d'Albanel 1

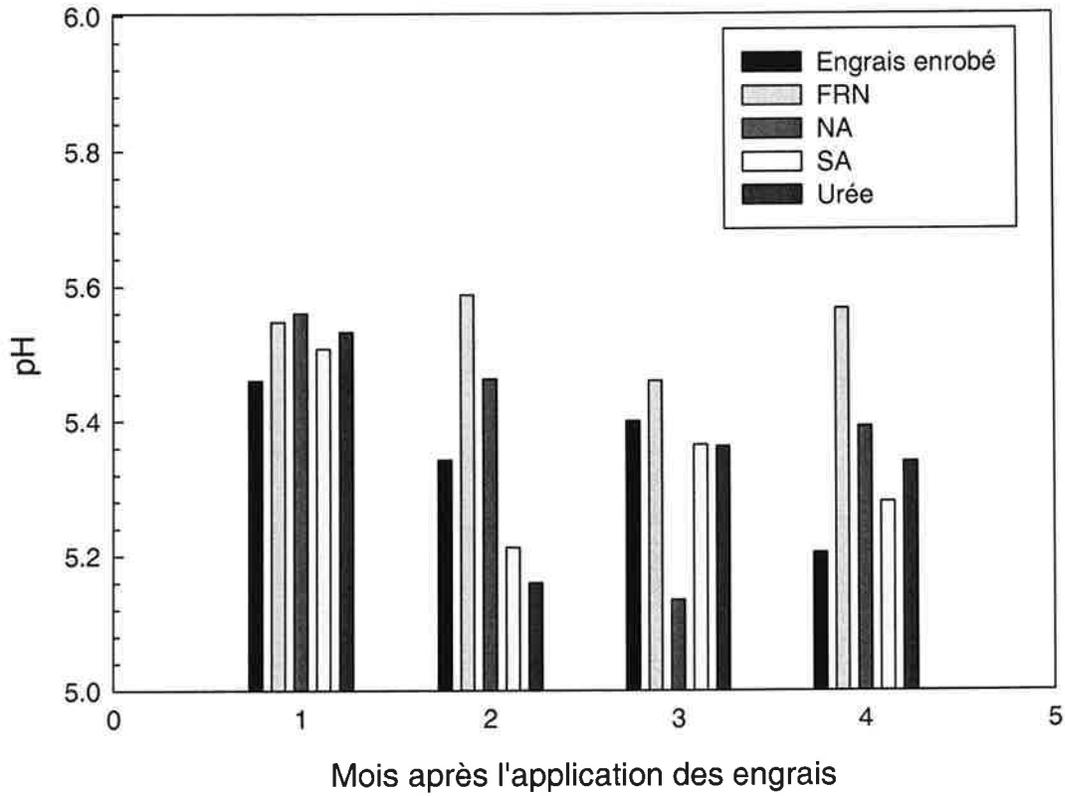


Figure 3. Effet des différentes sources de N sur le pH du sol dans la couche 30-60 cm au site d'Albanel 1

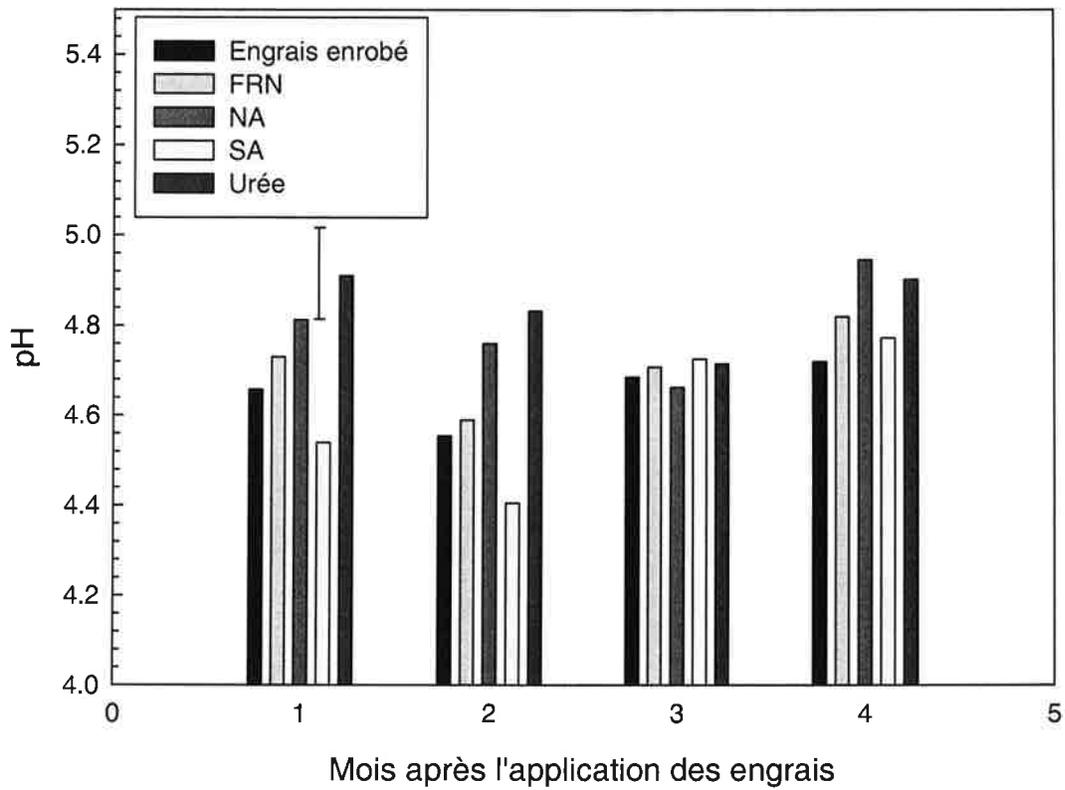


Figure 4. Effet des différentes sources de N sur le pH du sol dans la couche 0-5 cm au site de Saint-Eugène 1

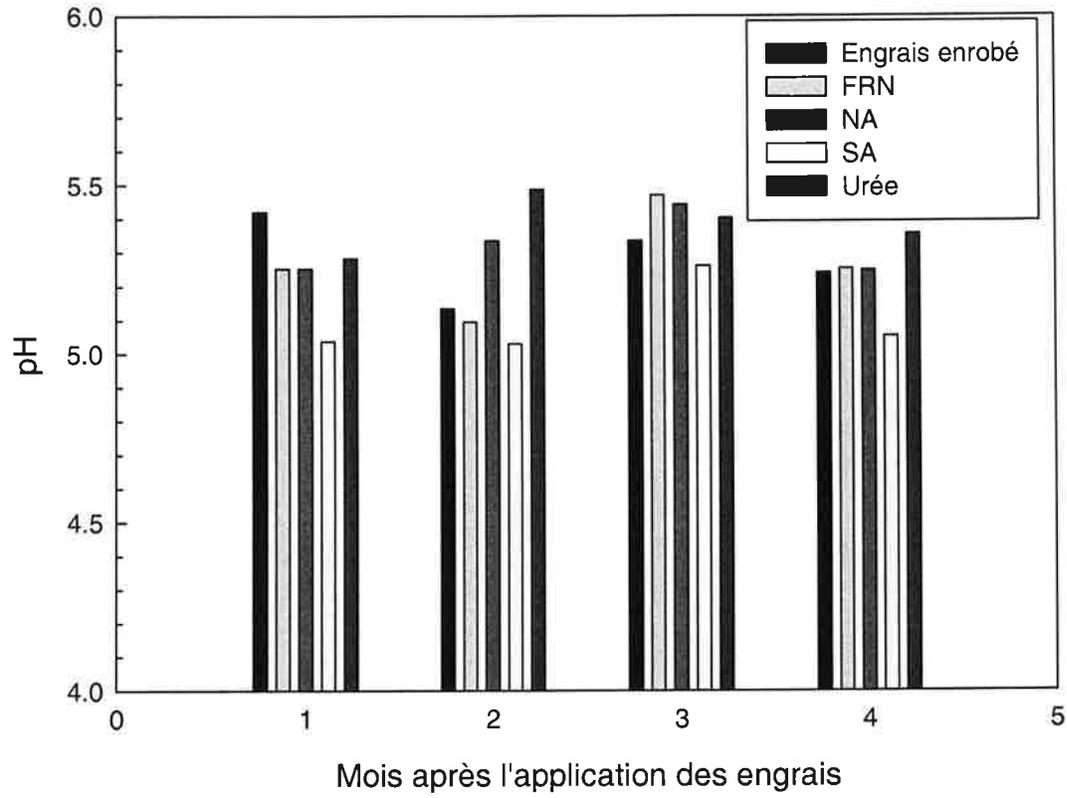


Figure 5. Effet des différentes sources de N sur le pH du sol dans la couche 5-30 cm au site de Saint-Eugène 1

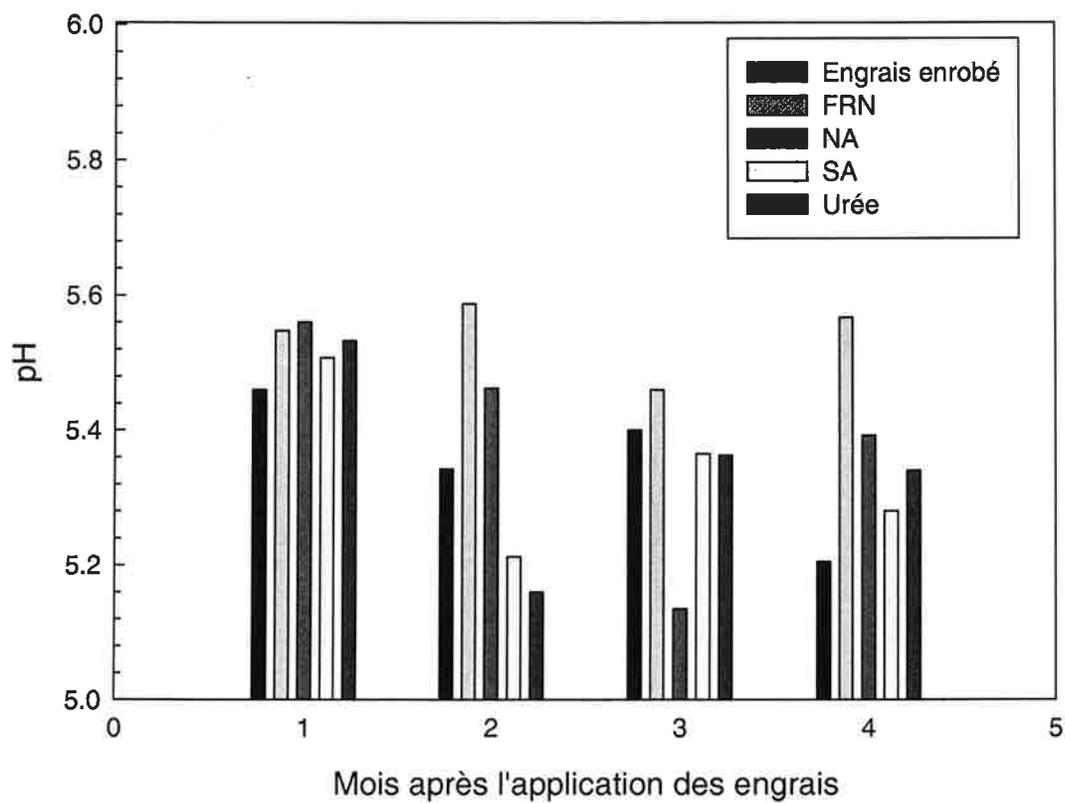


Figure 6. Effet des différentes sources de N sur le pH du sol dans la couche 30-60 cm au site de Saint-Eugène 1

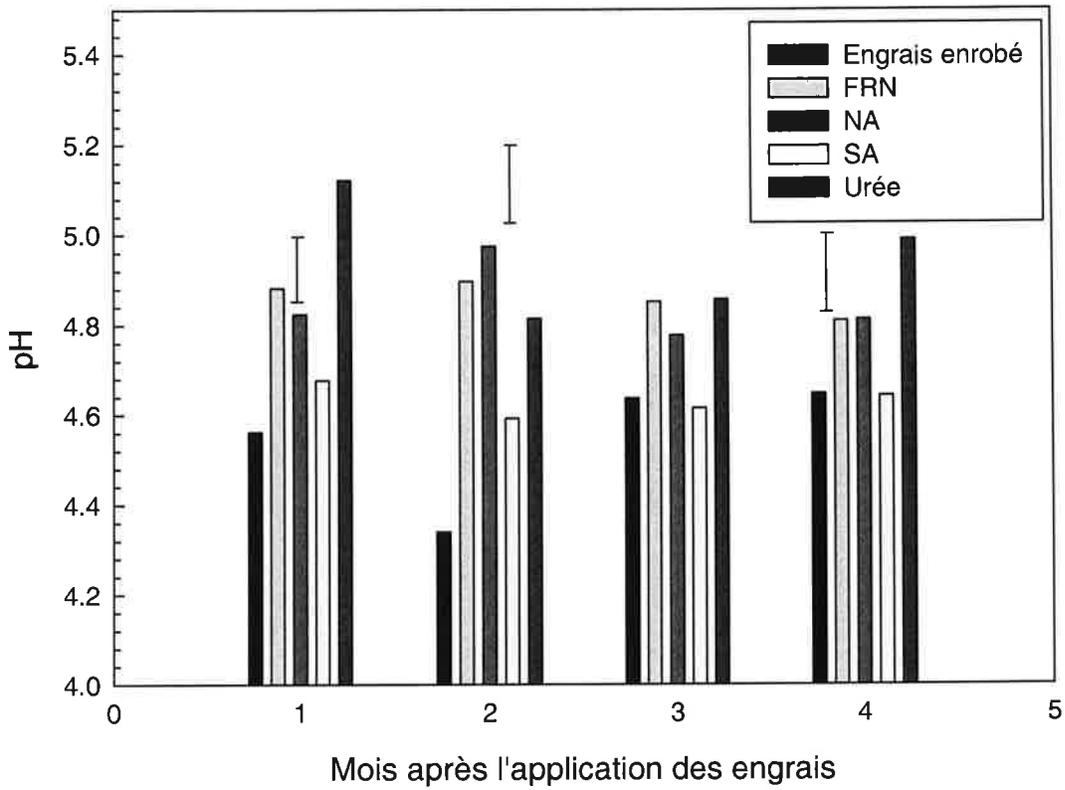


Figure 7. Effet des différentes sources de N sur le pH du sol dans la couche 0-5 cm au site de Saint-Méthode 1

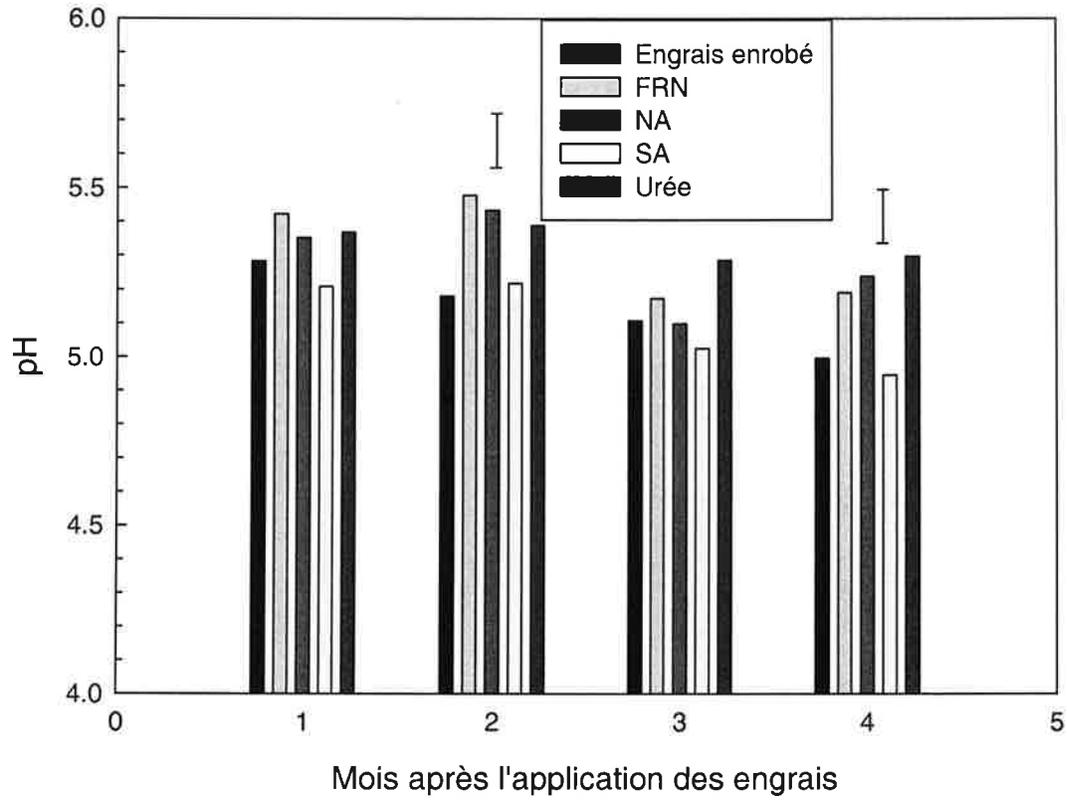


Figure 8. Effet des différentes sources de N sur le pH du sol dans la couche 5-30 cm au site de Saint-Méthode 1

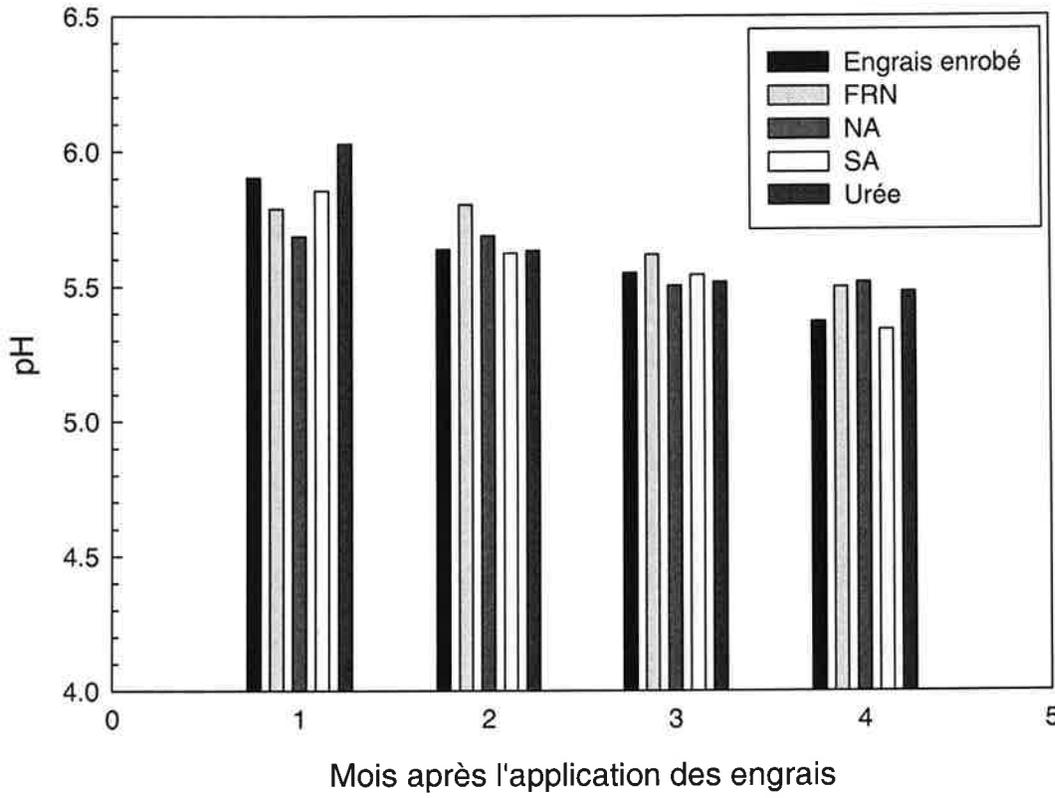


Figure 9. Effet des différentes sources de N sur le pH du sol dans la couche 30-60 cm au site de Saint-Méthode 1

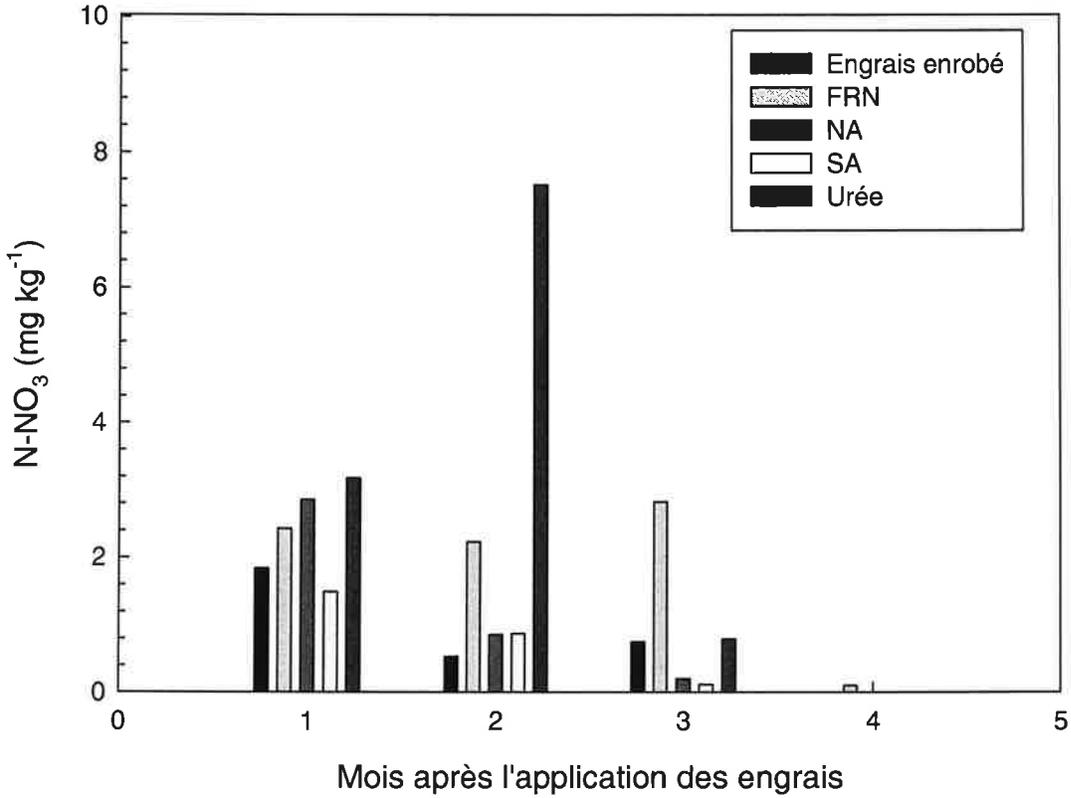


Figure 10. Effet des différentes sources de N sur les nitrates (N-NO₃) du sol dans la couche 0-5 cm au site d'Albanel 1

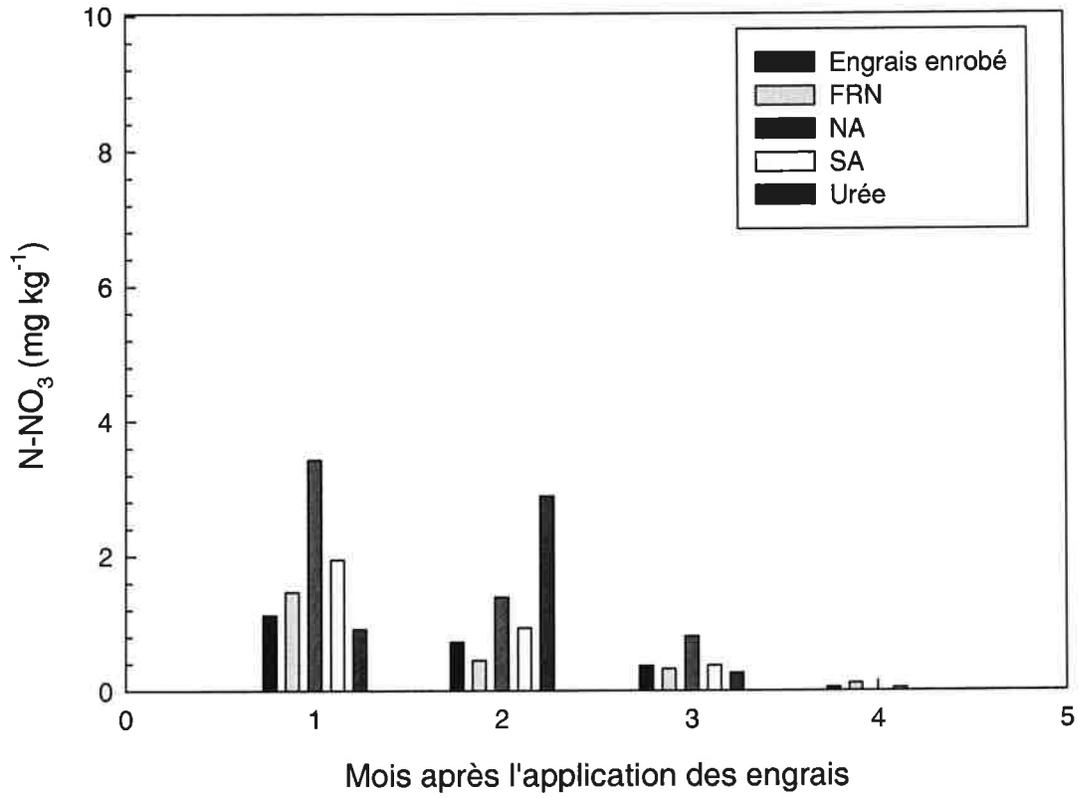


Figure 11. Effet des différentes sources de N sur les nitrates (N-NO₃) du sol dans la couche 5-30 cm au site d'Albanel 1

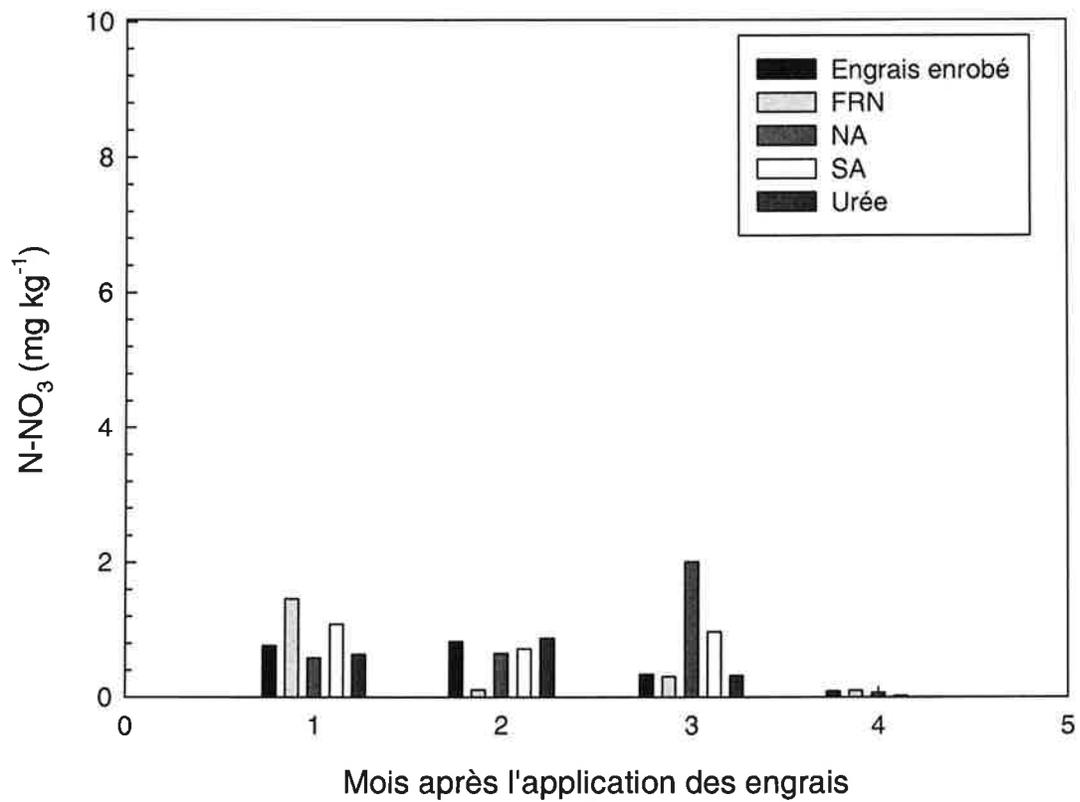


Figure 12. Effet des différentes sources de N sur les nitrates (N-NO₃) du sol dans la couche 30-60 cm au site d'Albanel 1

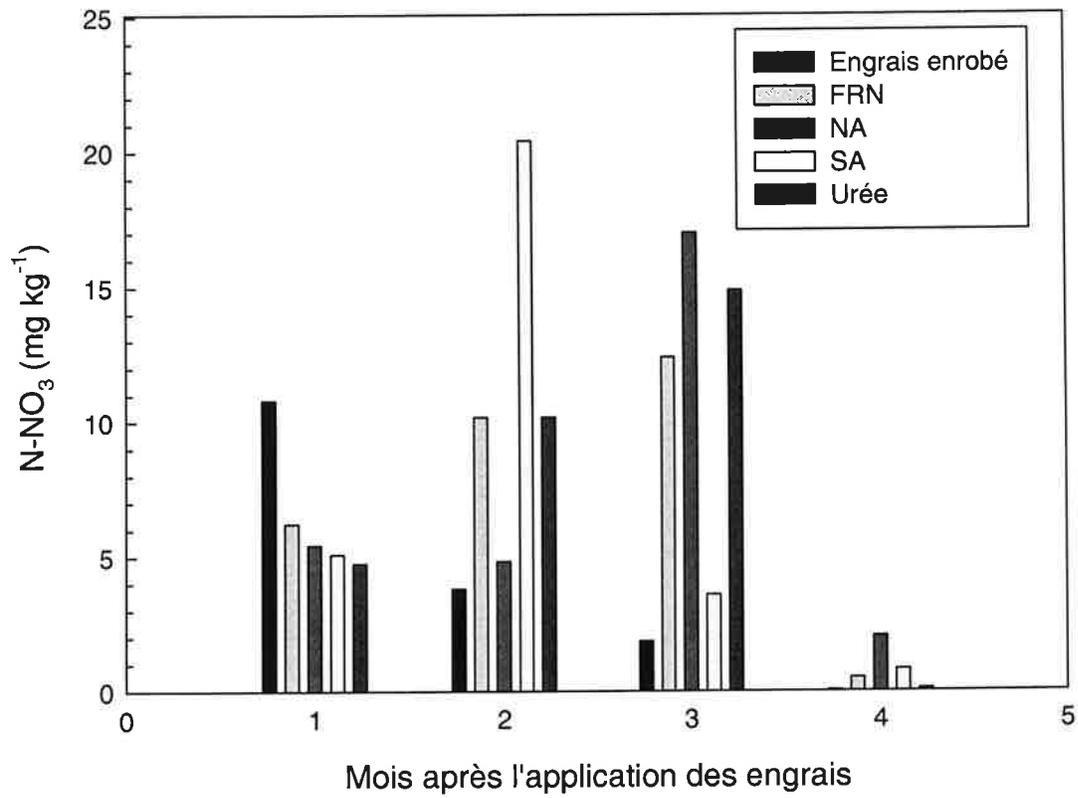


Figure 13. Effet des différentes sources de N sur les nitrates (N-NO₃) du sol dans la couche 0-5 cm au site de Saint-Eugène 1

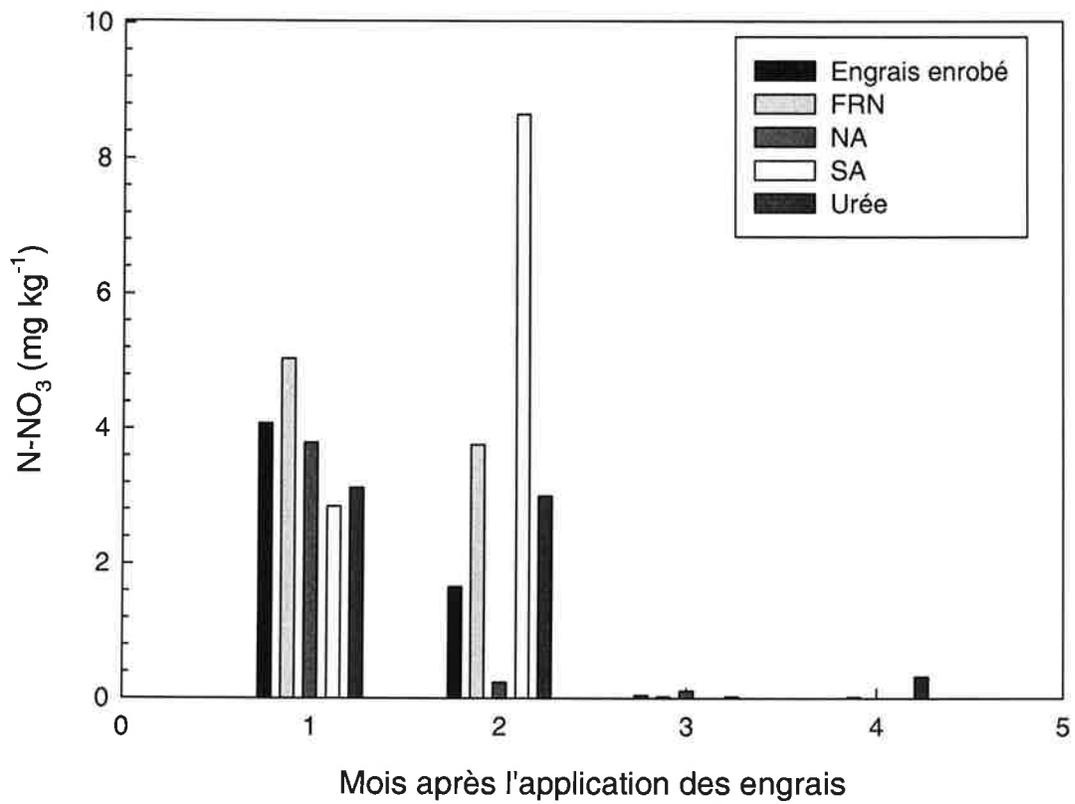


Figure 14. Effet des différentes sources de N sur les nitrates (N-NO₃) du sol dans la couche 5-30 cm au site de Saint-Eugène 1

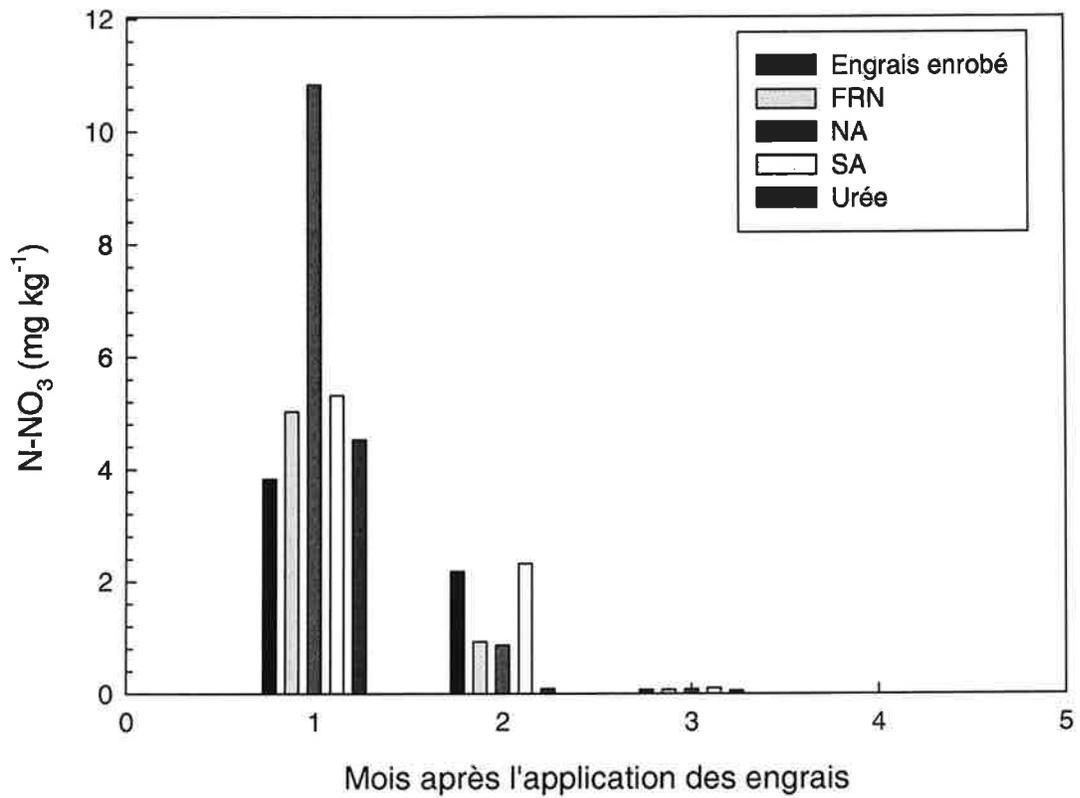


Figure 15. Effet des différentes sources de N sur les nitrates (N-NO₃) du sol dans la couche 30-60 cm au site de Saint-Eugène 1

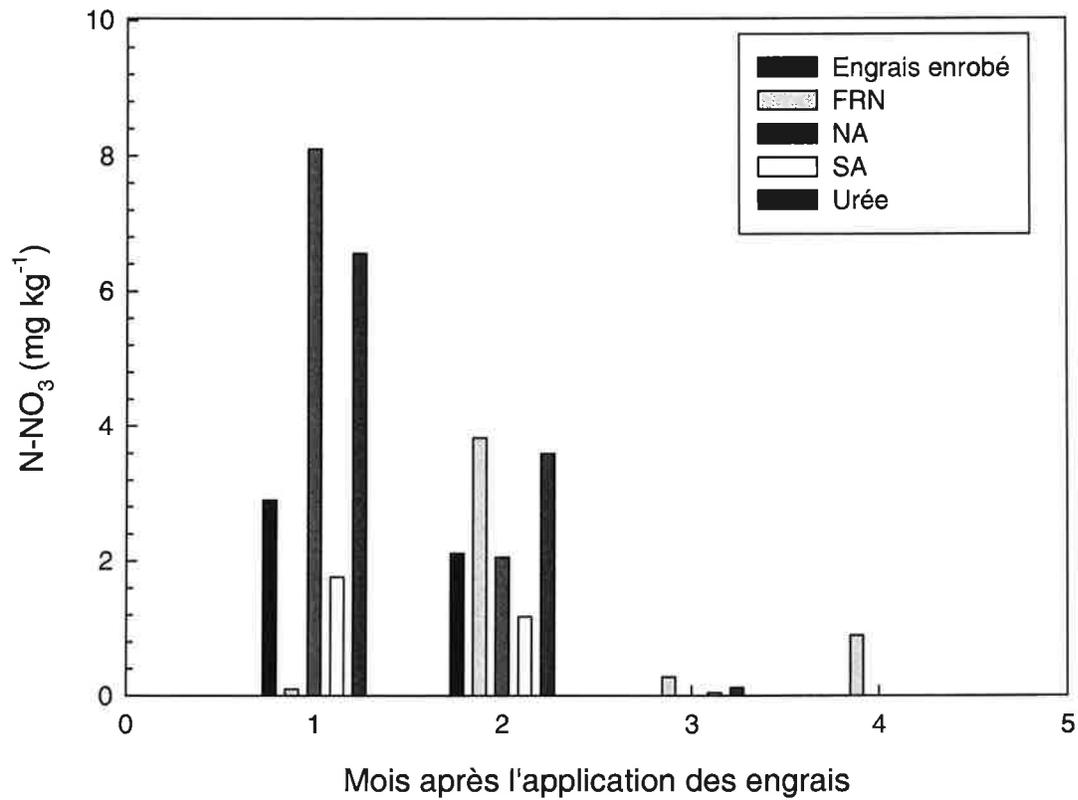


Figure 16. Effet des différentes sources de N sur les nitrates (N-NO₃) du sol dans la couche 0-5 cm au site de Saint-Méthode 1

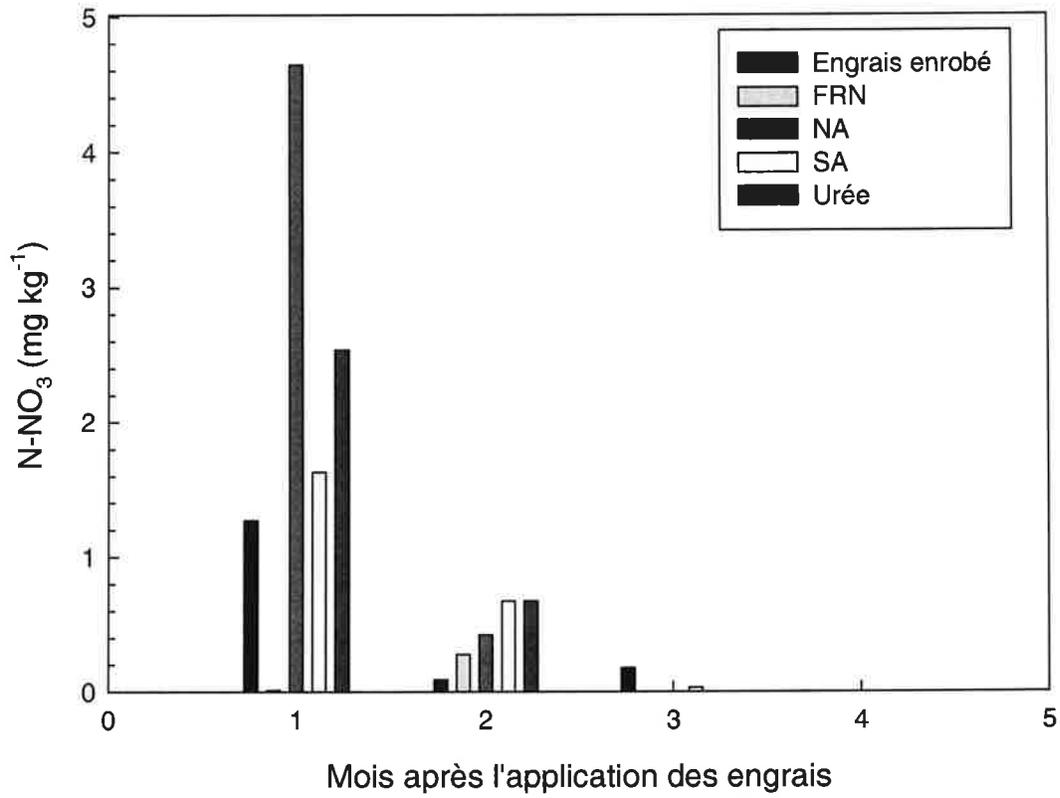


Figure 17. Effet des différentes sources de N sur les nitrates (N-NO₃) du sol dans la couche 5-30 cm au site de Saint-Méthode 1

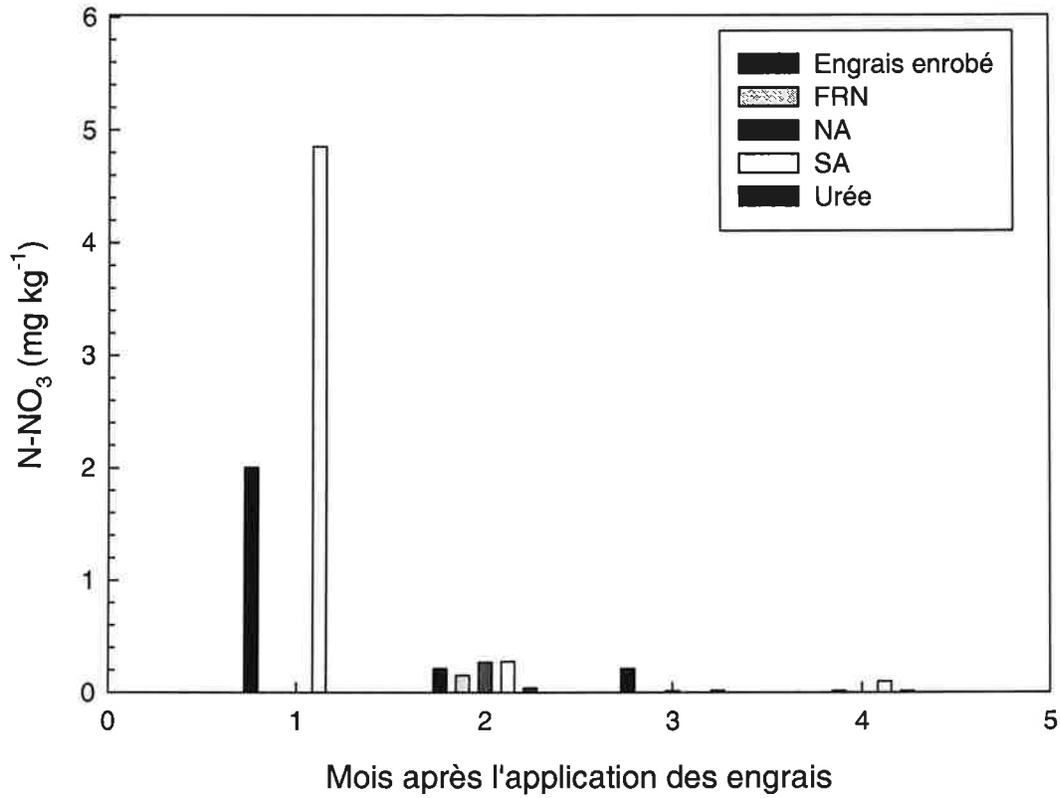


Figure 18. Effet des différentes sources de N sur les nitrates (N-NO₃) du sol dans la couche 30-60 cm au site de Saint-Méthode 1

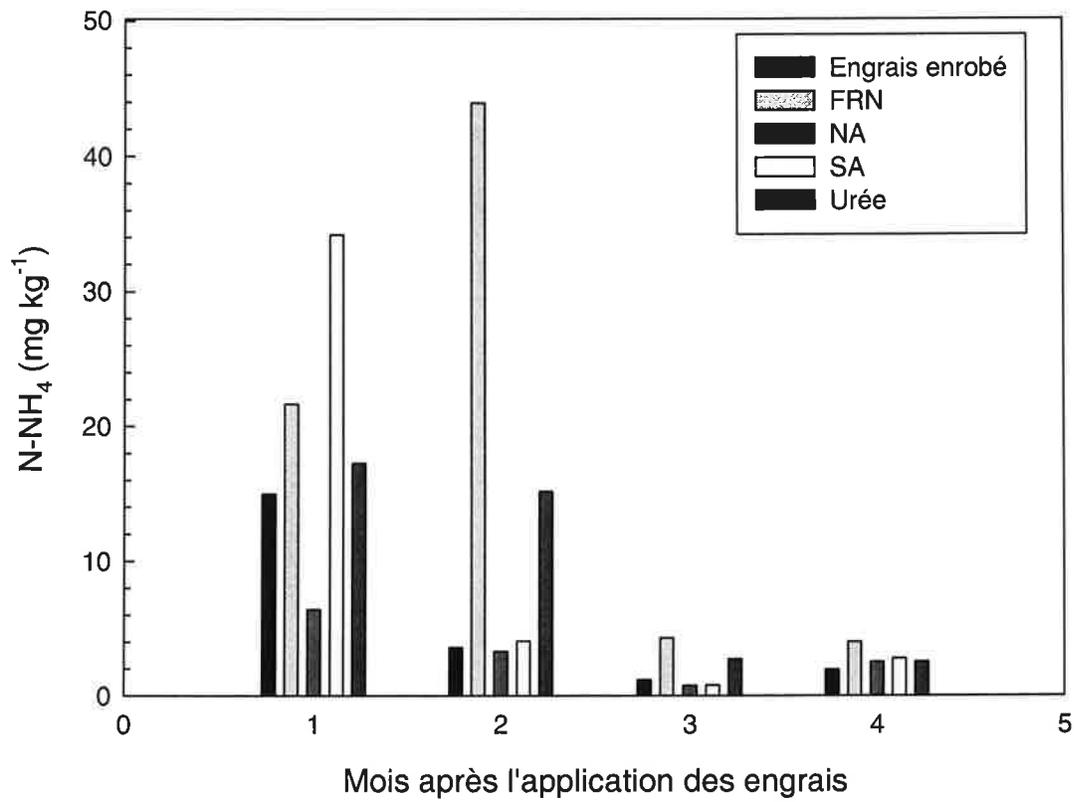


Figure 19. Effet des différentes sources de N sur l'ammonium (N-NH₄) du sol dans la couche 0-5 cm au site d'Albanel

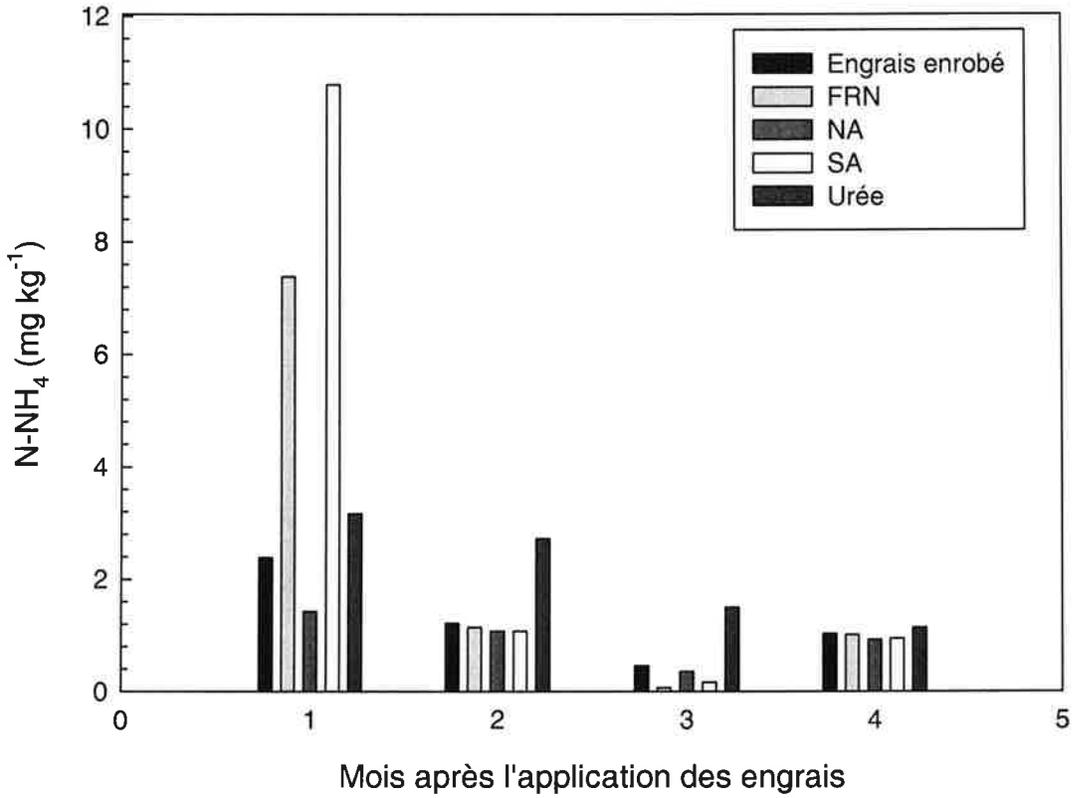


Figure 20. Effet des différentes sources de N sur l'ammonium (N-NH₄) du sol dans la couche 5-30 cm au site d'Albanel

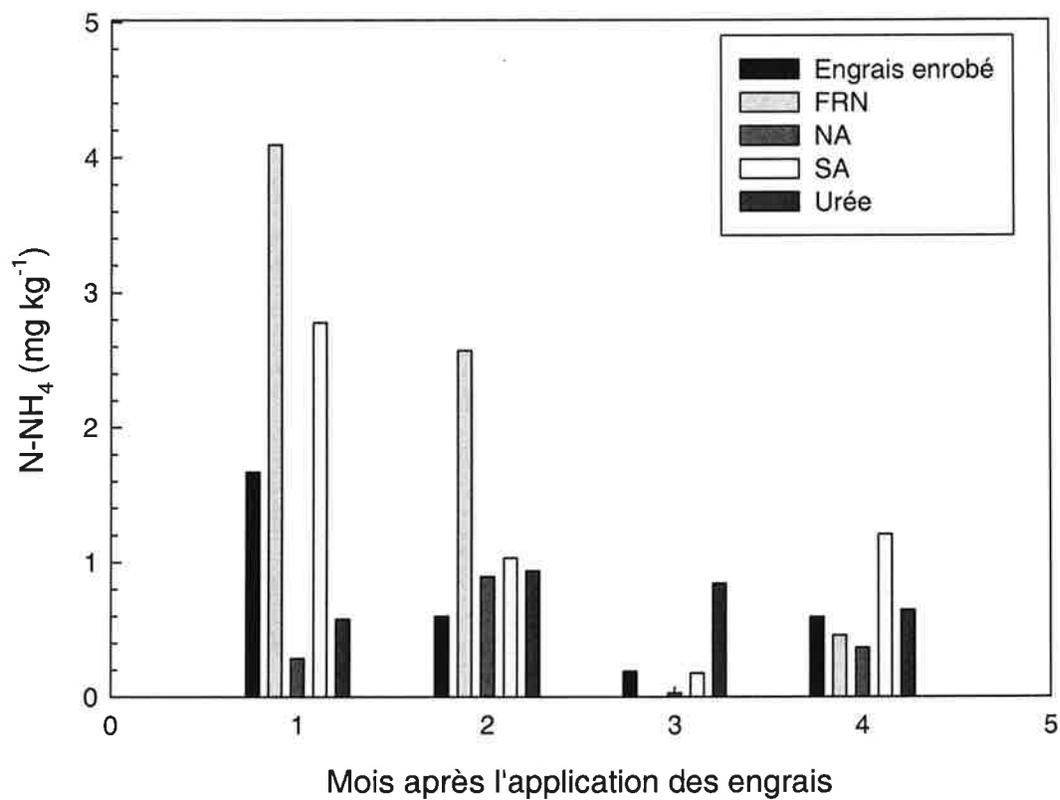


Figure 21. Effet des différentes sources de N sur l'ammonium (N-NH₄) du sol dans la couche 30-60 cm au site d'Albanel

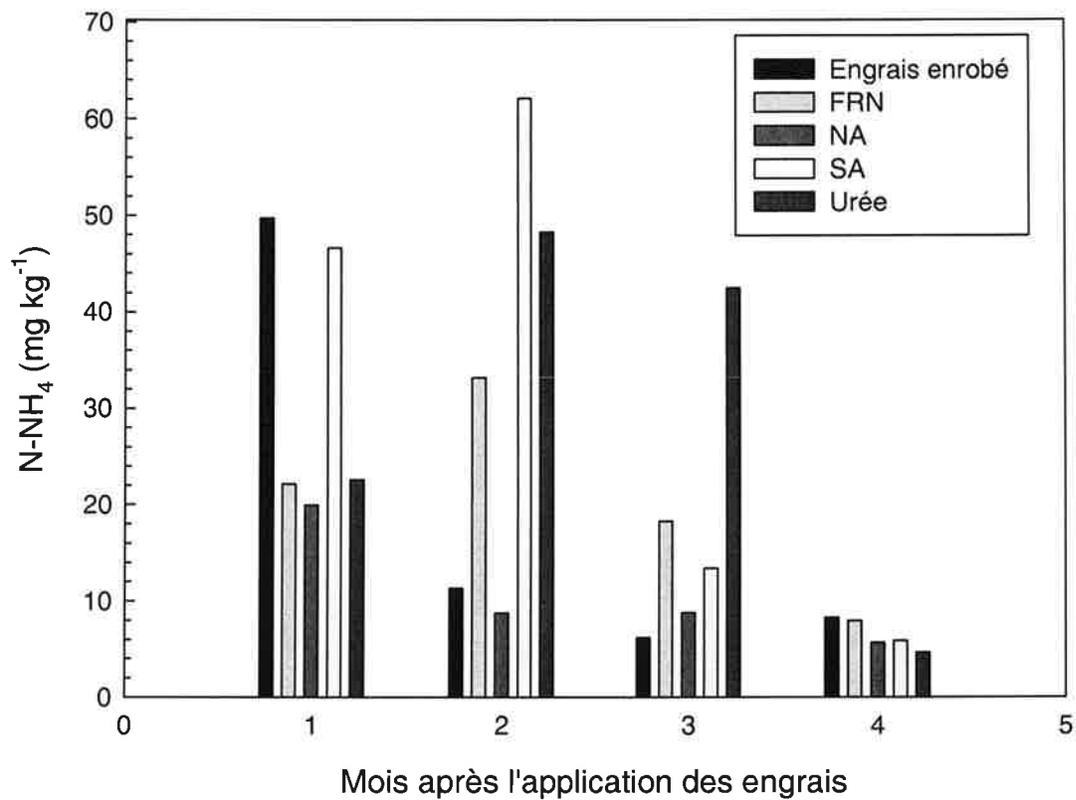


Figure 22. Effet des différentes sources de N sur l'ammonium (N-NH₄) du sol dans la couche 0-5 cm au site de Saint-Eugène

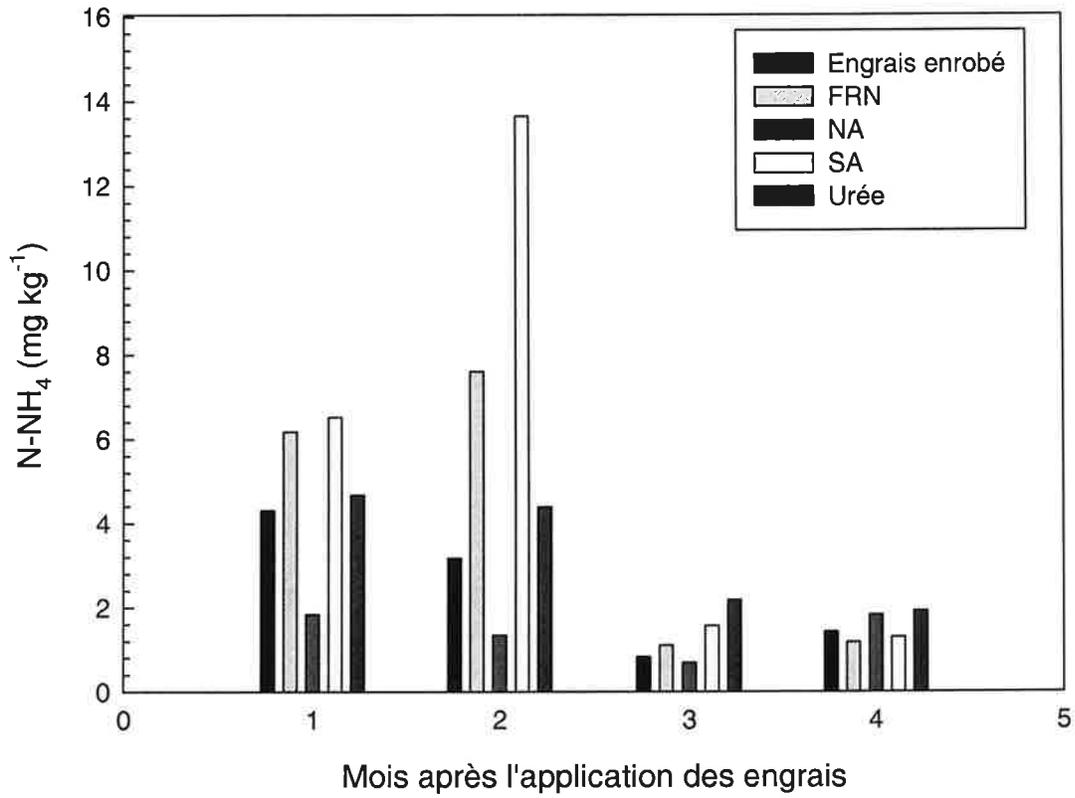


Figure 23. Effet des différentes sources de N sur l'ammonium (N-NH₄) du sol dans la couche 5-30 cm au site de Saint-Eugène

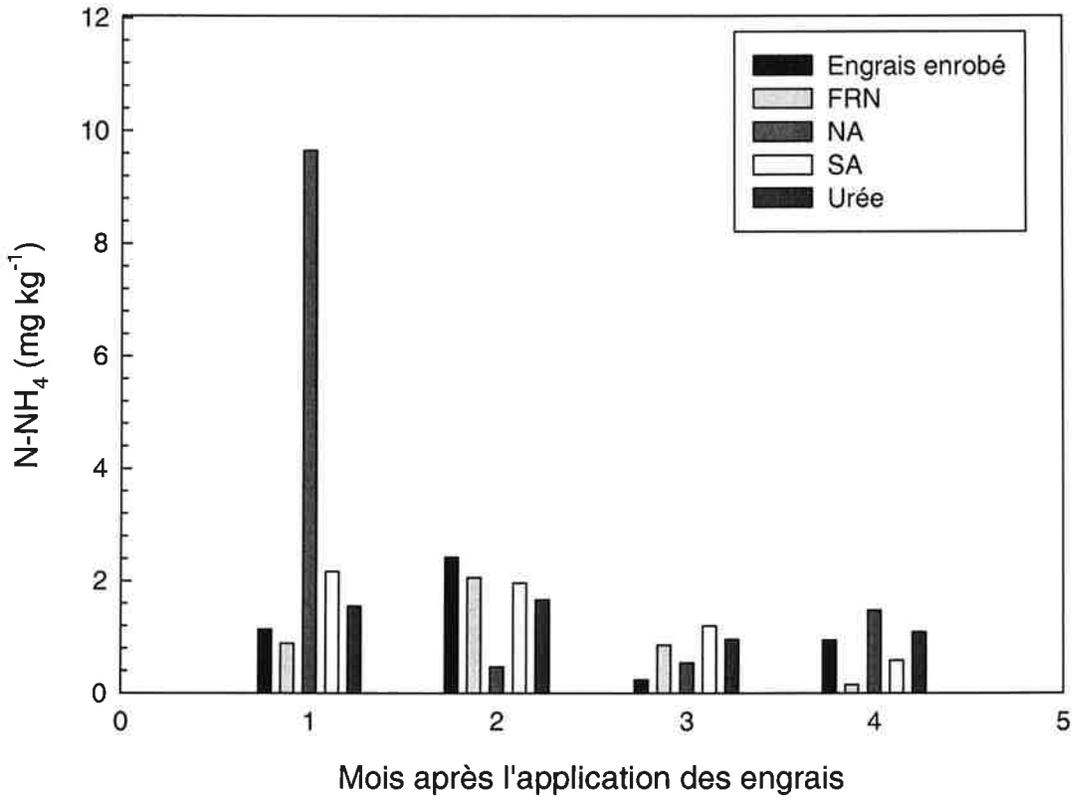


Figure 24. Effet des différentes sources de N sur l'ammonium (N-NH₄) du sol dans la couche 30-60 cm au site de Saint-Eugène

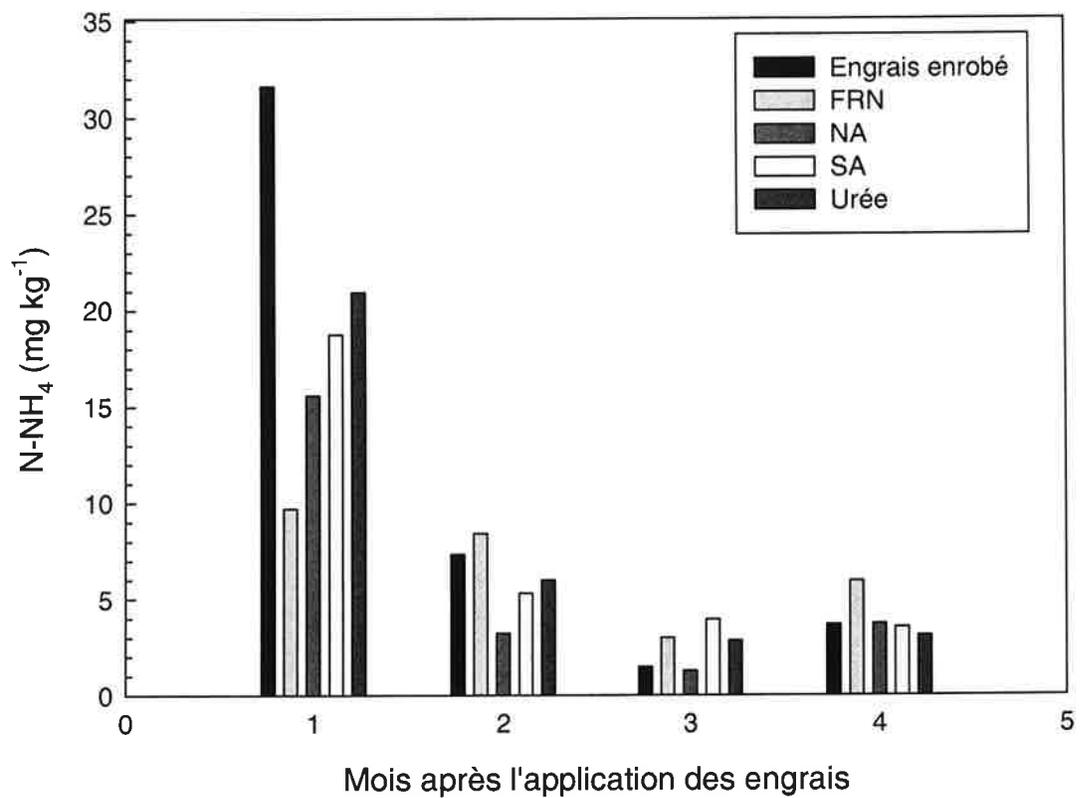


Figure 25. Effet des différentes sources de N sur l'ammonium (N-NH₄) du sol dans la couche 0-5 cm au site de Saint-Méthode

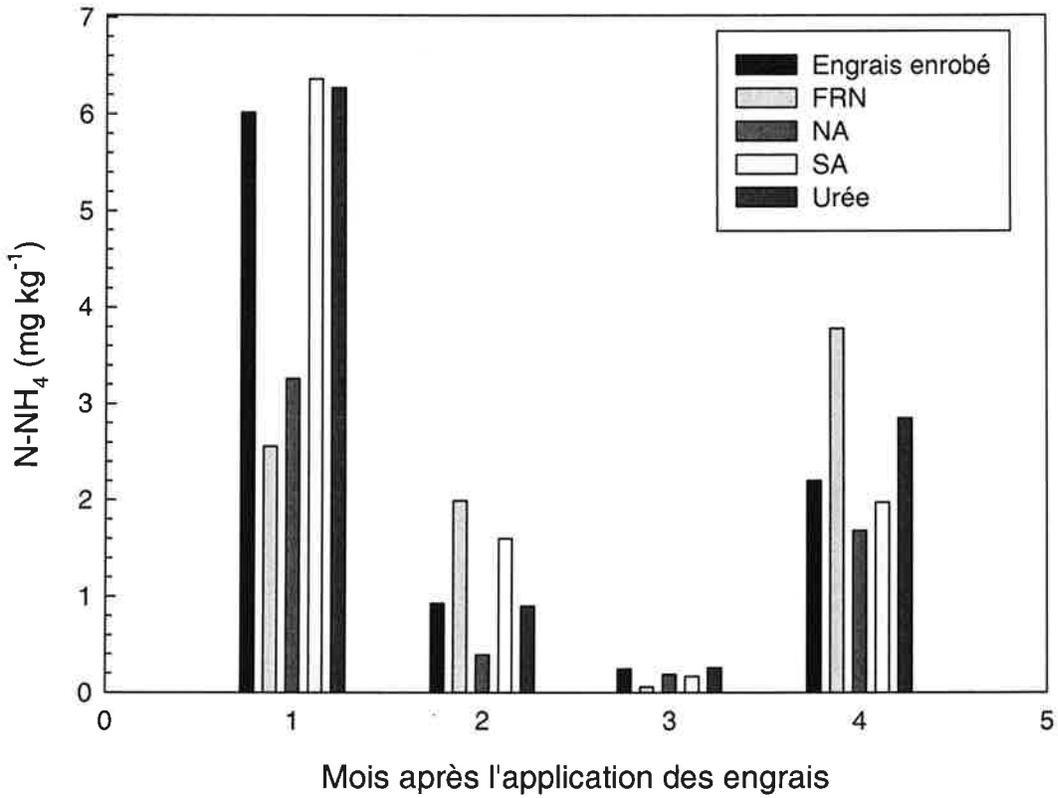


Figure 26. Effet des différentes sources de N sur l'ammonium (N-NH₄) du sol dans la couche 5-30 cm au site de Saint-Méthode

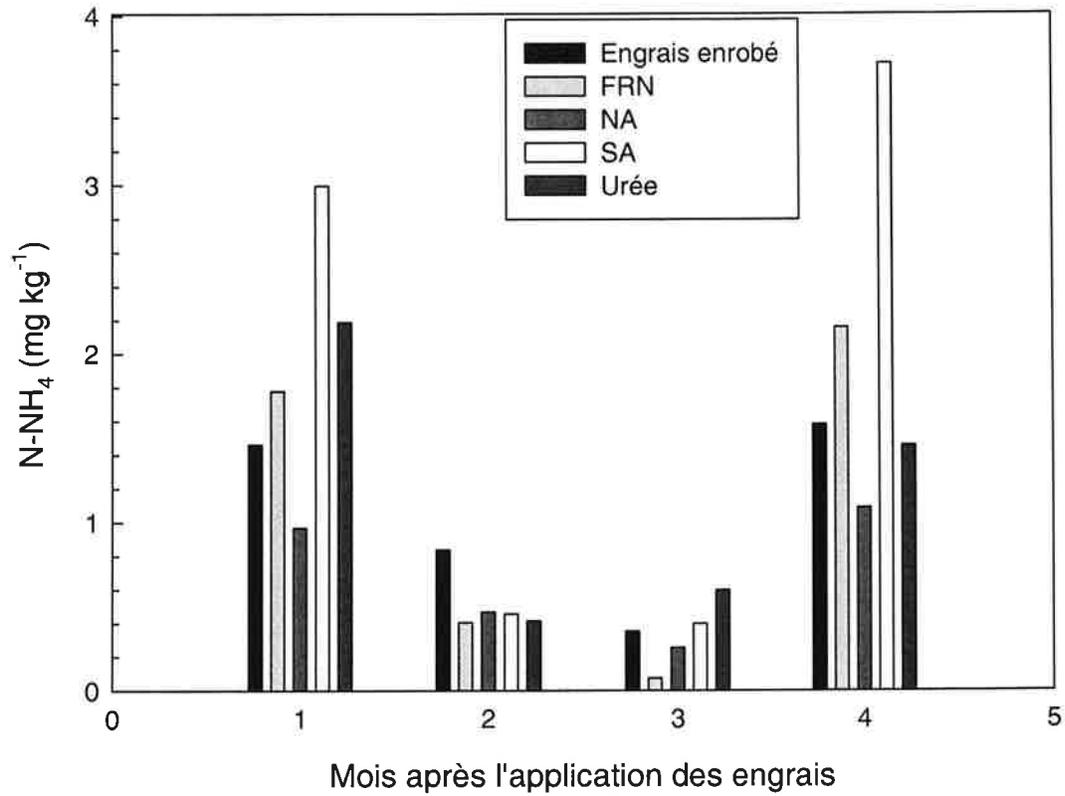


Figure 27. Effet des différentes sources de N sur l'ammonium (N-NH₄) du sol dans la couche 30-60 cm au site de Saint-Méthode

