Canadian Journal of Soil Science
Revue canadienne de la science du sol

**Efficacité de différentes formes d'azote dans la culture du
bleuet nain sauvage**

Journal:	<i>Canadian Journal of Soil Science</i>
Manuscript ID	CJSS-2017-0117.R1
Manuscript Type:	Short Communication
Date Submitted by the Author:	18-Dec-2017
Complete List of Authors:	Lafond, Jean; AAFC,
Keywords:	Fertilizer, Nitrogen, Plant nutrition

SCHOLARONE™
Manuscripts
Only

Efficacité de différentes formes d'azote dans la culture du bleuet nain sauvage

Titre court : Formes d'azote dans le bleuet sauvage

Titre anglais: Efficiency of different nitrogen forms in wild lowbush blueberry

Auteur: Jean Lafond

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de
Québec, Ferme de recherche, 1468, Saint-Cyrille, Normandin, Qc, Canada, G8M 4K3

Courriel: Jean.Lafond@agr.gc.ca

Reçu le XXXX, accepté le XXXX

RÉSUMÉ

L'objectif a été d'évaluer l'efficacité des formes d'engrais azotés dans la culture du bleuet sauvage et de déterminer leurs impacts sur le pH et l'azote (N) du sol. Seul le sulfate d'ammonium a permis de diminuer et de maintenir le pH du sol tout en assurant une grande disponibilité du N à la culture. Les formes de N n'ont eu aucun impact sur la productivité de la culture.

Mots clés : *Vaccinium angustifolium* Ait., bleuet, azote minéral, pH du sol

ABSTRACT

The objective was to evaluate the wild blueberry response to different nitrogen (N) forms and to determine their impacts on soil pH and nitrogen. Only ammonium sulfate decreased and maintained soil pH at adequate levels and ensured N availability to the culture. Crop productivity was not affected by N forms.

Key words : *Vaccinium angustifolium* Ait., blueberry, mineral nitrogen, soil pH

D'après les travaux effectués dans les maritimes, le bleuët sauvage (*Vaccinium angustifolium* Ait.) utilise de façon préférentielle l'azote (N) sous la forme ammoniacale (N-NH_4) plutôt que sous la forme de nitrate (N-NO_3) (Townsend 1966). Ainsi, les recommandations actuelles dans la production du bleuët nain sauvage sont d'utiliser le sulfate de N-NH_4 comme forme de N. L'utilisation de cette forme permet à la fois de maintenir le pH du sol faible et d'atteindre les conditions de croissance optimales pour le plant de bleuët. En effet, selon les travaux d'Hall et al. (1964), le pH pour le développement du plant de bleuët doit être inférieur à 5.

L'engrais est sujet à la volatilisation car il est appliqué à la surface du sol au printemps de l'année de végétation (Thyssen et al. 2006). L'azote provenant des engrais est rapidement prélevé par le plant mais une partie peut migrer dans le profil du sol, sous la zone racinaire (Eaton et Patriquin 1990; Lafond 2010). Des apports élevés en fertilisant azoté pourraient ainsi favoriser la nitrification et une partie du N pourrait donc être lixiviée sous forme de N-NO_3 (Lafond 2010; Lafond et Ziadi 2011).

Les stratégies de fertilisation dans le bleuët sont limitées. Une des stratégies proposée est le fractionnement de la fertilisation azotée entre le printemps de l'année de végétation et de production (Lafond 2010). Le fractionnement a permis de réduire la quantité de N résiduel dans le profil de sol tout en maintenant la productivité de la culture. Une autre stratégie a été d'enrober l'urée de soufre dans le but d'accroître son efficacité (Smagula et Hepler 1978). Les rendements en fruits et les autres paramètres de productivité n'ont toutefois pas été influencés par l'urée enrobée. La quantité de N-NH_4 résiduelle mesurée dans le sol a été comparable entre les deux formes d'urée. Les objectifs de ce projet ont donc été de comparer le sulfate de N-NH_4 , forme de N

recommandée aux producteurs, à 3 autres formes d'engrais azotés dans la culture du bleuet sauvage et de déterminer leurs impacts sur le pH et le N minéral résiduel du sol.

L'expérience a été réalisée sur neuf sites situés dans différentes bleuetières commerciales localisées au Saguenay-Lac-Saint-Jean (Québec, Canada) de 2009 à 2012. Cette région est caractérisée par un climat frais et humide avec 126 jours sans gelée mortelle au-dessous de $-2,0^{\circ}\text{C}$. En moyenne, les précipitations totales pour la période de mai à août sont de 342 mm et de 825 mm annuellement. La température moyenne est de 14°C pour la période de mai à août (Environnement Canada 2017). Les bleuetières étaient localisées dans les secteurs de Normandin ($48^{\circ} 50' \text{ N}$, $72^{\circ} 32' \text{ O}$), de Saint-Augustin ($48^{\circ} 48' \text{ N}$, $71^{\circ} 57' \text{ O}$), de Saint-Eugène ($48^{\circ} 59' \text{ N}$, $72^{\circ} 17' \text{ O}$), de Saint-Méthode ($48^{\circ} 43' \text{ N}$, $72^{\circ} 24' \text{ O}$), de Saint-Thomas-Didyme ($48^{\circ} 54' \text{ N}$, $72^{\circ} 40' \text{ O}$) et d'Albanel ($48^{\circ} 53' \text{ N}$, $72^{\circ} 27' \text{ O}$).

Les traitements ont consisté en 4 formes de N: sulfate de N-NH_4 (forme recommandée), urée, nitrate de N-NH_4 calcique et N à libération lente sous forme d'urée. La dose de N a été de 25 kg N ha^{-1} pour tous les traitements. Une dose de 13 kg ha^{-1} de phosphore (P) sous forme de superphosphate triple et une dose de 25 kg ha^{-1} de potassium (K) sous forme de sulfate de K ont été également appliquées dans toutes les parcelles. Les engrais ont été appliqués manuellement dans la deuxième semaine de mai de l'année de végétation. Le cycle de production du bleuet sauvage s'est déroulé sur deux ans. Le dispositif expérimental utilisé a été un dispositif en blocs complets aléatoires avec 4 répétitions. Les dimensions des parcelles ont été de $1 \times 5 \text{ m}$ et des allées de 1 m séparaient les parcelles.

Les rendements en fruits ont été déterminés sur la totalité de la superficie de la parcelle à l'aide d'une cueilleuse manuelle munie d'un peigne de 0,64 m. La récolte a été réalisée entre la deuxième et troisième semaine du mois d'août de l'année de production.

Un échantillon de sol composé d'un mélange de trois sous échantillons provenant de la couche 0-5, 5-30 et 30-60 cm a été prélevé dans toutes les parcelles à l'aide d'une sonde (20 mm de diamètre). Le premier échantillonnage de sol a été réalisé avant l'application des engrais afin de caractériser les sites. Les autres échantillonnages ont été effectués pour faire le suivi de la disponibilité du N et mesurer le pH du sol et ils ont été réalisés en juin, en juillet, en août et en septembre durant l'année de végétation et uniquement en mai, en juin et en août durant l'année de production. Les échantillons de sol ont été séchés à l'air et tamisés à 2 mm avant d'effectuer les analyses. Le pH du sol a été mesuré dans l'eau selon un rapport 1:2 (Hendershot et al. 2007). Le N-NH₄ et le N-NO₃ du sol ont été extraits avec une solution 2 M KCl (Maynard et al. 2007). La détermination du N-NH₄ et du N-NO₃ a été réalisée par colorimétrie automatisée (Lachat Instruments, Quickchem Method 12-107-06-2-A).

Les données de sol des 9 sites expérimentaux ont été analysées ensemble pour chacune des dates d'échantillonnage avec la procédure MIXED de SAS Institute, Inc. (2002). Les sites et les blocs ont été considérés comme des effets aléatoires tandis que les formes de N ont été considérées comme des effets fixes. Les données relatives au N du sol ont subi une transformation logarithmique afin d'améliorer la normalité de leur distribution. Les données relatives aux végétaux ont été analysées selon le même modèle. Les moyennes des traitements ont été comparées à l'aide de « LSmeans » quand le modèle a indiqué un effet significatif ($P < 0,05$) de la forme de N.

Les sites ont été caractérisés par des pH acides dans toutes les couches de sol. Selon les sites, le pH du sol a varié de 4,2 à 5,0 pour la couche de surface, de 4,8 à 5,3 pour la couche 5-30 cm et de 5,1 à 5,4 pour la couche 30-60 cm. Les concentrations initiales en N-NH_4 et N-NO_3 ont été très faibles dans toutes les couches de sol ($< 5 \text{ mg kg}^{-1}$ et $< 1 \text{ mg kg}^{-1}$ respectivement).

Dans la couche de sol de surface, le pH a diminué significativement avec le sulfate de N-NH_4 comparativement aux autres formes de N, et ce, pour les quatre premières dates d'échantillonnage (Figure 1). Le pH du sol a varié entre 4,4 et 4,5 durant cette période. Les parcelles ayant reçu de l'urée, de l'urée à libération lente et du nitrate de N-NH_4 ont les pH du sol les plus élevés, variant entre 4,5 et 4,7. À l'année de production, les formes de N n'ont eu aucun effet significatif sur le pH du sol en surface et il a varié entre 4,5 et 4,8. Le pH du sol a été significativement plus faible dans la couche de sol 15-30 cm 3, 4, 12 et 15 mois après l'application du sulfate de N-NH_4 comparativement aux autres formes de N (Figure 1). Le pH a varié entre 4,8 et 5,0 lors de ces échantillonnages. Cette diminution du pH du sol dans cet horizon suggère que le sulfate a migré dans le profil. Dans la couche de sol 30-60 cm, le pH du sol n'a pas été significativement influencé par les formes de N (Figure 1). Le pH moyen a été de 5,1 au dernier échantillonnage. L'emploi du sulfate de N-NH_4 a donc permis d'abaisser de 0,1 à 0,2 unité le pH du sol mais de le maintenir également dans les conditions optimales de croissance à court terme, comparativement aux autres formes (Hall et al. 1964).

La concentration en N-NH_4 du sol a été significativement plus élevée avec le sulfate de N-NH_4 comparativement aux autres formes de N un mois après l'application des engrais dans la couche de sol 0-5 cm (Figure 2). La concentration a été près deux fois

supérieure à celle mesurée dans les autres traitements. L'augmentation rapide en N-NH_4 dans le sol a été également mesurée dans d'autres essais réalisés dans le bleuet (Lafond 2010; Lafond et Ziadi 2013). Par la suite, les concentrations en N-NH_4 ont rapidement diminué aux autres dates d'échantillonnage de sol. Les concentrations en N-NH_4 sont demeurées plus élevées avec l'engrais contenant l'urée à libération lente alors qu'elles ont été plus faibles avec l'engrais à base de nitrate de N-NH_4 . Cette diminution du N-NH_4 présent dans le sol est liée directement à la composition de cet engrais qui ne contient que 50 % de N sous la forme de N-NH_4 . D'après les résultats de Eaton et Patriquin (1990), cette diminution du N-NH_4 du sol, peu importe la forme de N, est associée au prélèvement de cet élément par la plante. À l'année de production, les concentrations en N-NH_4 n'ont pas été significativement influencées par les formes de N dans la couche de sol de surface. Dans la couche de sol 5-30 cm, la concentration en N-NH_4 a été significativement plus faible avec le nitrate de N-NH_4 comparativement aux autres formes de N uniquement un mois après l'application des engrais (Figure 2). Une partie de l'azote a migré dans le profil mais les concentrations sont demeurées faibles car les quantités appliquées ont été peu élevées contrairement à d'autres études (Lafond 2010; Lafond et Ziadi 2013). Pour les autres dates d'échantillonnage du sol, les formes de N n'ont eu aucun effet sur les concentrations en N-NH_4 . Pour la couche de sol 30-60 cm (Figure 2), les traitements n'ont eu aucun effet significatif sur la concentration en N-NH_4 .

La concentration en N-NO_3 a été également mesurée dans les trois couches de sol et elle a été significativement plus élevée avec le nitrate de N-NH_4 calcique comparativement aux autres formes de N uniquement dans la couche de sol 5-30 cm, un mois après l'application des engrais ($2,74 \text{ mg kg}^{-1}$ versus $1,79 \text{ mg kg}^{-1}$). En moyenne,

8

pour les différentes dates d'échantillonnage, les concentrations en N-NO_3 ont été de $1,68 \text{ mg kg}^{-1}$ dans la couche de sol de surface, de $0,97$ et $0,65 \text{ mg kg}^{-1}$ pour les deux autres couches de sol. Les quantités mesurées dans le profil de sol sont demeurées faibles comme il a été également déterminé dans des études antérieures lorsque des faibles quantités de N sont appliquées (Lafond 2010).

Les rendements en fruits n'ont pas été significativement influencés ($P=0,61$) par les formes de N mais une très grande variabilité a été mesurée à travers les sites. Les rendements moyens ont varié de 1433 à 7449 kg ha^{-1} selon les sites. L'interaction entre les sites et les traitements n'a toutefois pas été significative. Ainsi, les rendements en fruits les plus élevés ont été obtenus avec l'application d'urée ($3\,533 \text{ kg ha}^{-1}$) tandis que les rendements les plus faibles ont été mesurés avec l'urée à libération lente ($3\,075 \text{ kg ha}^{-1}$). Les rendements ont atteint $3\,235 \text{ kg ha}^{-1}$ avec l'application du sulfate de N-NH_4 et $3\,410 \text{ kg ha}^{-1}$ avec l'application du nitrate de N-NH_4 . Comme toutes les formes de N contenaient du N-NH_4 , la productivité n'a pas été limitée même avec l'azote à libération lente ou le nitrate de N-NH_4 (50 % de N-NO_3). L'absence de réponse à la forme de N a été également mesurée dans des essais réalisés au Maine (Smagula et Hepler 1978).

Cet essai a confirmé que les différentes formes de N n'ont eu aucun effet significatif sur la productivité du plant de bleuet. Le sulfate de N-NH_4 a diminué le pH du sol et a permis de le maintenir à des faibles valeurs durant l'essai. De même, la disponibilité de N minéral a été temporairement plus élevée avec le sulfate de N-NH_4 comparativement aux autres formes. Ainsi, si le pH du sol est optimal pour la croissance du bleuet, soit inférieur à 5, l'urée comme forme de N pourrait être avantageuse de part son plus faible coût d'acquisition. Dans le cas où le pH du sol est supérieur à 5,

l'utilisation du sulfate de N-NH_4 est recommandée afin d'abaisser le pH dans la zone optimale de croissance du plant de bleuet.

Eaton, L.J., et Patriquin, D.G. 1990. Fate of labelled fertilizer nitrogen in commercial lowbush blueberry stands. *Can. J. Soil Sci.* **70**:727-730.

Environnement Canada. 2017. Archives nationales d'information et de données climatologiques. [en ligne] Disponible : <http://www.climat.meteo.gc.ca/> [17 octobre 2017].

Hall, I.V., Alders, L.E., et Townsend, L.R. 1964. The effects of soil pH on the mineral composition and growth of the lowbush blueberry. *Can. J. Plant Sci.* **44**:433-438.

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.

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.

Lafond, J., et Ziadi, N. 2011. Fertilisation azotée et phosphatée dans la production du bleuet nain sauvage au Québec. *Can. J. Plant Sci.* **91**:535-544.

Lafond, J., et Ziadi, N. 2013. Biodisponibilité de l'azote et du phosphore dans les sols de bleuetières du Québec. *Can. J. Soil Sci.* **93**:33-44.

- 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. Deuxième édition. Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Smagula, J.M., et Hepler, P.R. 1978. Comparison of urea and sulfur-coated urea as nitrogen source for lowbush blueberries growing on a Colton gravelly loam sand. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **103**:818-820.
- SAS Institute, Inc. 2002. SAS user's guide: Statistics. Version 8.3. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Townsend, L.R. 1966. Effect of nitrate and ammonium nitrogen on the growth of the lowbush blueberry. Can. J. Plant Sci. **46**:209-210.
- Thyssen, G., Percival, D., Burton, D., et Sanderson, K. 2006. Effect of nitrogen fertilizers on ammonia volatilization in wild blueberry production. Can. J. Plant Sci. **86**:1383-1386.

Liste de figures

Fig. 1 Effet des formes de N sur le pH du sol dans les différentes couches de sol (0-5, 5-30 et 30-60 cm) selon les différentes dates d'échantillonnage (ULL: urée à libération lente; NA: nitrate d'ammonium calcique; SA: sulfate d'ammonium). Pour chaque date d'échantillonnage, les différentes lettres indiquent des différences significatives entre les moyennes à $P < 0,05$.

Fig. 2 Effet des formes de N sur la concentration en ammonium ($N-NH_4$) dans les différentes couches de sol (0-5, 5-30 et 30-60 cm) selon les différentes dates d'échantillonnage (ULL: urée à libération lente; NA: nitrate d'ammonium calcique; SA: sulfate d'ammonium). Pour chaque date d'échantillonnage, les différentes lettres indiquent des différences significatives entre les moyennes à $P < 0,05$.