

# GESTION DE LA FERTILITÉ EN PRODUCTION CÉRÉALIÈRE BIOLOGIQUE

Rapport de recherche intérimaire E2010-60

## CONTEXTE

Les producteurs de céréales biologiques des Maritimes ont des difficultés à maintenir les rendements sur des terres où ils ne disposent pas facilement de fumier sur place. Ils cherchent donc des solutions de remplacement -- sélection des cultivars et utilisation d'amendements du sol -- à la pratique courante de l'emploi d'engrais vert de légumineuses. La présente étude compare l'utilisation de l'enfouissement de trèfle rouge au fumier de volaille granulé comme source d'azote (N) en production céréalière biologique dans l'Île-du-Prince-Édouard (Canada). Les engrais verts améliorent la diversification des rotations de cultures et contribuent à la conservation des nutriments dans le sol tout en augmentant la MOS. En fixant l'azote, des légumineuses comme le trèfle et la vesce en ajoutent au sol; elles peuvent donc compenser ou contribuer à répondre aux besoins de fertilisation des cultures subséquentes.

## COMMENT A-T-ON PROCÉDÉ?

En 2008 et 2009, le CABC a entamé un « essai sur les cultures précédentes » dans une ferme biologique de l'ÎPE afin d'évaluer les effets de différentes cultures précédentes (trèfle ou avoine) sur six cultivars d'orge (AC Legend, Chapais, AC Klink, AC Encore, CDC McGwire et AC Queens) et sur deux cultivars d'avoine (AC Batonet Nova).

Un essai sur la fertilisation a été également mené durant ces deux années en vue de comparer :

- i) enfouissement d'une culture précédente d'avoine (avoine<sub>préc</sub>);
- ii) enfouissement d'une culture précédente de trèfle (trèfle<sub>préc</sub>);
- iii) avoine<sub>préc</sub> + N (Nutriwave<sup>mc</sup>);
- iv) trèfle<sub>préc</sub> + N.

Pour cet essai sur la fertilisation, on a étudié 3 cultivars d'orge (AC Queens, AC Encore et CDC McGwire) et un cultivar d'avoine (AC Baton). AC Queens est un cultivar à grain vêtu à deux rangs, tandis que CDC McGwire est un cultivar à grain nu à

2 rangs. Les autres sont tous des cultivars à 6 rangs.



Orge plantée après enfouissement de trèfle (J. MacKenzie)

On a établi de petites parcelles (1,5 m x 8 m) de recherche en bandes échantillons coupées transversalement par les variantes de cultures précédentes. Ainsi, la moitié de chaque bande avait été une plantation de 2 ans de trèfle rouge, tandis que l'autre moitié était un chaume d'avoine. On a enfoui le trèfle et les résidus d'avoine 2 à 3 semaines avant l'ensemencement pour permettre une 1<sup>re</sup> décomposition des résidus de récolte et éviter des problèmes de toxicité éventuels. Le supplément de fumier de volaille granulé a été épandu dans les parcelles désignées une semaine avant les semis à un taux de 60 kg N/ha<sup>-1</sup> (3000 kg/ha<sup>-1</sup> d'un produit 4-1-2 dont on estime la disponibilité de N à 50 %).

L'ensemencement a eu lieu en mai à l'aide d'un petit semoir et la récolte, à maturité, avec une moissonneuse pour petites parcelles. On a pesé les grains séchés pour le rendement (ajusté pour tenir compte d'une teneur en eau de 13,5 %), le poids de mille grains, le poids spécifique et la teneur en protéines. On a également récolté durant l'été des sous-échantillons de la biomasse de chacune des variantes utilisées dans cette recherche, au stade pâteux mou, afin d'évaluer l'assimilation de N par les cultures.

### Essai sur les cultures précédentes

Dans l'essai sur les cultures précédentes pour des cultivars d'orge, on a noté l'impact important du choix du cultivar mais aucune interaction entre un cultivar et une culture précédente particuliers.

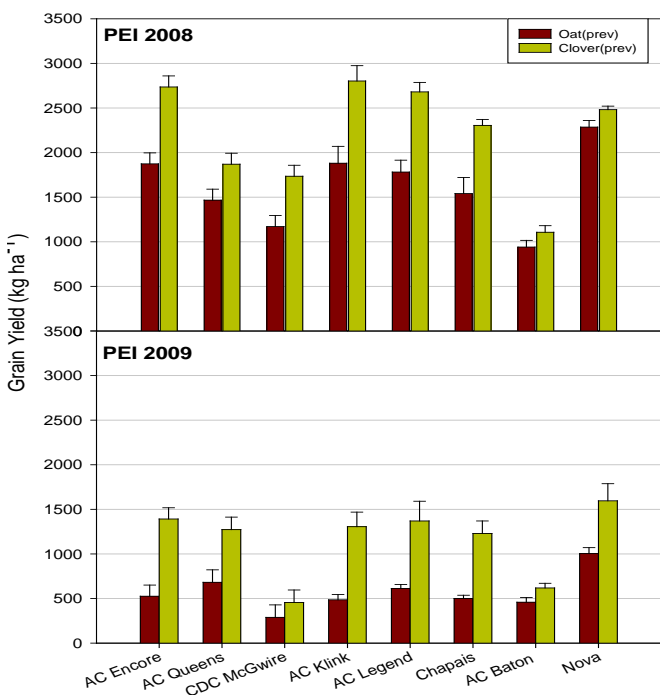


Figure 1. Rendement des cultivars d'orge et d'avoine après une culture précédente d'avoine ou de trèfle rouge.

La variante de trèfle<sub>préc</sub> a accru le rendement (Fig. 1) et le PMG de tous les cultivars d'orge, mais n'a pas influé sur le poids spécifique (données non présentées). Le rendement a été en moyenne de 54 % plus élevé pour tous les cultivars d'orge consécutifs au trèfle<sub>préc</sub> comparativement à l'avoine<sub>préc</sub> (Fig. 1). Toutefois, le rendement par cultivar a varié selon le site/année. En 2008, AC Legend, AC Encore et AC Klink ont donné des rendements sensiblement plus élevés que les autres cultivars; alors qu'en 2009, seul CDC McGwire (orge à grains nus) a présenté un rendement nettement plus faible. Les rendements grainiers réduits en 2009 pourraient être attribuables aux conditions plus sèches de la fin mai à la mi-juin qui ont limité l'établissement et le rendement potentiel, suivies par des conditions humides qui ont empêché le désherbage mécanique.

Pour l'avoine, les différences entre cultivars l'ont emporté sur les effets de l'engrais vert pour la plupart des caractères mesurés. Le Nova a présenté un rendement grainier (Fig. 1) et un PMG plus élevés, mais un poids spécifique inférieur (données non présentées) à AC Baton.

### Essai sur la fertilisation

Les trois cultivars d'orge (AC Queens, AC Encore, CDC McGwire) qui ont reçu les apports de Nutriwave<sup>mc</sup> ont connu des rendements accrus en 2008 et 2009 (Fig. 2). La hausse relative a été moins forte pour CDC McGwire, comparée à l'AC Encore et à l'AC Queens. Dans l'ensemble, le rendement 2009 (600-1700 kg/ha<sup>-1</sup>) a été plus faible qu'en 2008 (1500-2500 kg/ha<sup>-1</sup>), peut-être à cause des conditions sèches de la fin mai à la mi-juin qui ont limité le rendement potentiel.

Dans les variantes avec avoine<sub>préc</sub>, le rendement a été généralement plus faible que dans les autres variantes, même si, pour CDC McGwire, ces différences n'étaient pas toujours significatives (données non présentées). Fait à noter, lorsque le Nutriwave<sup>mc</sup> a été appliqué à l'avoine<sub>préc</sub> enfouie, il a produit le même avantage en rendement que le trèfle<sub>préc</sub> (Fig. 2). L'addition de Nutriwave<sup>mc</sup> au trèfle<sub>préc</sub> s'est même traduite par des rendements encore plus élevés pour les récoltes d'orges, particulièrement pour les cultivars AC Encore et AC Queens.

L'assimilation de N par les cultures+adventices a été sensiblement plus élevée dans la variante trèfle<sub>préc</sub>+N pour les deux années, tandis que dans la variante avoine<sub>préc</sub>, elle a été uniformément plus faible (Fig.3). La teneur en N des cultures allait de 1,1 à 1,4 % en 2008 et de 1,0 à 1,2 % en 2009, et celle des adventices allait de 1,5 à 1,6 % en 2008 et de 1,4 à 1,9 % en 2009.

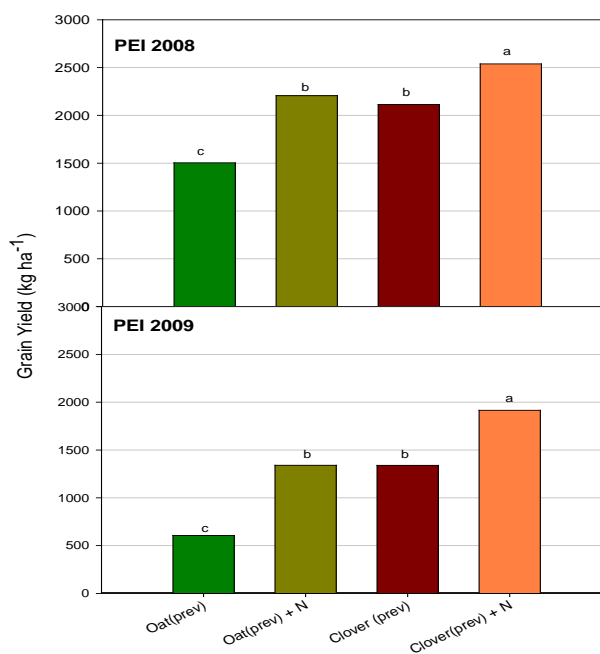


Figure 2. Effets des cultures précédentes et de Nutriwave<sup>mc</sup> sur le rendement grainier de l'orge. Les colonnes d'une même année ayant la même lettre ne sont pas statistiquement différentes ( $p < 0,05$ )

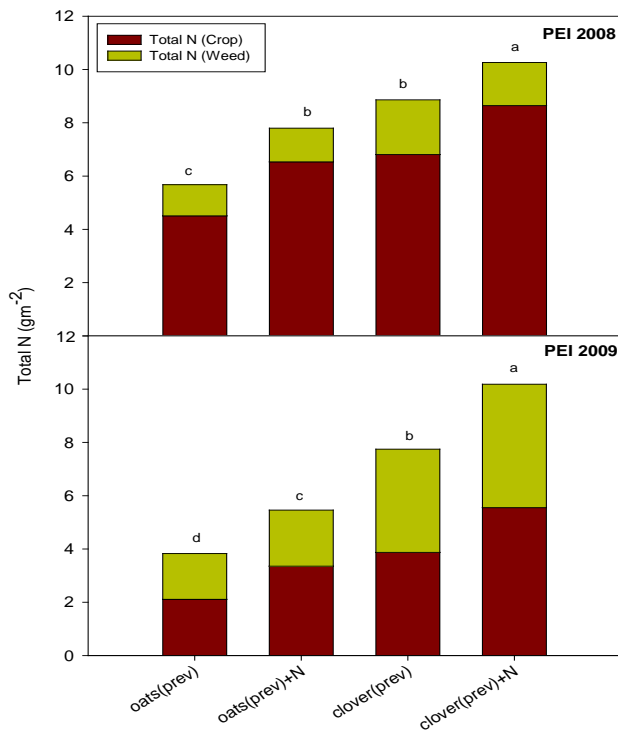


Figure 3. Effets des cultures précédentes et de Nutriwave<sup>mc</sup> sur la teneur totale en N de la biomasse de l'orge et des adventices. Les colonnes ayant la même lettre ne sont pas statistiquement différentes ( $p < 0,05$ )

Les variantes de trèfle<sub>préc</sub> ont accru l'assimilation de N de seulement 25-40 kg/ha<sup>-1</sup> de plus que les 40-60 kg/ha<sup>-1</sup> fournis par le sol dans la variante d'avoine<sub>préc</sub>. Cependant, l'apport d'une culture précédente de trèfle a été supérieur à celui de 3 000 kg/ha<sup>-1</sup> de Nutriwave<sup>mc</sup> qui a fourni de 15 à 25 kg/ha<sup>-1</sup> de N assimilable.

On a par ailleurs noté une teneur en protéines des cultivars d'orge plus faible avec l'avoine<sub>préc</sub> qu'avec le trèfle<sub>préc</sub>. De surcroît, l'épandage de Nutriwave<sup>mc</sup> à l'avoine<sub>préc</sub> a diminué la teneur en protéines encore davantage (Fig. 4). On attribue cela à la disponibilité plus élevée de N au début de la croissance (stade 3 feuilles) associée au fumier de volaille, d'où un rendement potentiel plus élevé mais une dilution des protéines au moment du remplissage de la graine. En revanche, l'azote issu de la précédente culture de trèfle a sans doute duré plus longtemps dans la saison. Même s'ils ont eu le même impact sur le rendement, le fumier de volaille et le trèfle ont eu des effets différents sur la teneur en protéines.

Comparativement à l'avoine<sub>préc</sub>, le poids de mille grains (PMG) et le poids spécifique des cultivars d'orge ont été plus élevés avec les traitements de trèfle<sub>préc</sub> et de +N même si ces différences n'ont pas toujours été significatives (Tableau 1).

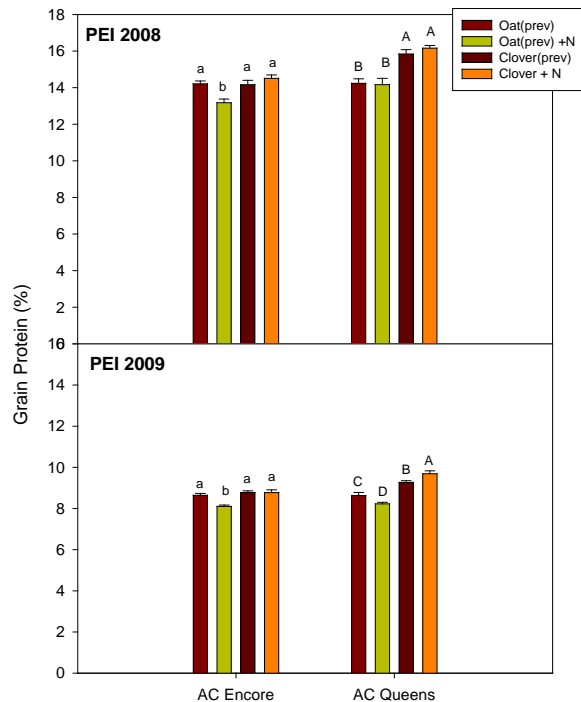


Figure 4. Effets des cultures précédentes et de Nutriwave<sup>mc</sup> sur la teneur en protéines de deux cultivars d'orge. Les colonnes ayant la même lettre, pour chaque cultivar, ne sont pas statistiquement différentes ( $p < 0,05$ ).

Le rendement grainier et le PMG du cultivar d'avoine AC Baton n'ont pas répondu aussi bien que ceux des cultivars d'orge. Ce n'est qu'en 2009 qu'on note un rendement sensiblement plus élevé avec le traitement de trèfle<sub>préc</sub>+N (Fig. 4). Toutefois, le poids spécifique de l'AC Baton cultivé après l'avoine<sub>préc</sub> a été sensiblement plus élevé que ceux relevés sur les autres variantes de fertilisation (Tableau 2). Comme pour les cultivars d'orge, l'avoine a présenté des rendements en forte baisse en 2009 comparativement à 2008.

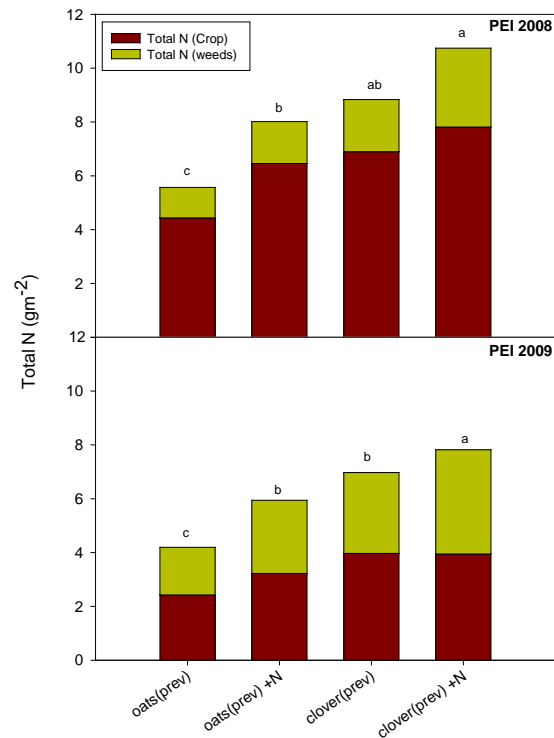
Tableau 1. Effets des précédentes cultures et de Nutriwave<sup>mc</sup> sur le PMG et le poids spécifique de 3 cultivars d'orge. Les lignes ayant la même lettre (même année) ne sont pas statistiquement différentes ( $p < 0,05$ ).

Variante	PMG (g)	Poids spécifique (kg/hl <sup>-1</sup> )
2008		
avoine <sub>préc</sub>	36,50c	56,7a
trèfle <sub>préc</sub>	38,12bc	58,1a
avoine <sub>préc</sub> + N	37,08b	57,5a
trèfle <sub>préc</sub> + N	39,79a	57,6a
2009		
avoine <sub>préc</sub>	33,23d	55,5b
trèfle <sub>préc</sub>	38,53c	58,1a
avoine <sub>préc</sub> + N	37,16b	57,6a
trèfle <sub>préc</sub> + N	40,12a	58,7a

**Tableau 2. Effets des cultures précédentes et de Nutriwave<sup>mc</sup> sur le rendement, le PMG, le poids spécifique et la teneur en protéines de l'avoine AC Baton. Dans une même année, les variantes ayant la même lettre ne sont pas statistiquement différentes (p<0,05)**

Variante	Rendement (kg/ha <sup>-1</sup> )	PMG (g)	Poids spécifique (kg/hl <sup>-1</sup> )	Protéines (%)
2008				
avoine <sub>préc</sub>	941a	28,50a	528a	n.d.*
trèfle <sub>préc</sub>	1106a	28,75a	503b	n.d.*
avoine <sub>préc</sub> +N	1142a	28,38a	506ab	n.d.*
trèfle <sub>préc</sub> +N	1120a	28,00a	495b	n.d.*
2009				
avoine <sub>préc</sub>	459b	32,37a	566a	12,17a
trèfle <sub>préc</sub>	619ab	32,00a	532ab	12,49a
avoine <sub>préc</sub> +N	580ab	32,00a	532ab	12,07a
trèfle <sub>préc</sub> +N	681a	32,50a	516b	12,51a

\*données qui n'ont pas été analysées



**Figure 5. Effets des cultures précédentes et de Nutriwave<sup>mc</sup> sur la teneur totale en N de la biomasse de l'avoine et des adventices. Les colonnes ayant la même lettre ne sont pas statistiquement différentes (p<0,05)**

Le rendement de 2009 allait de 450 à 700 kg/ha<sup>-1</sup>, tandis qu'en 2008, le rendement de l'avoine allait de 900 à 1100 kg/ha<sup>-1</sup>. On a relevé que le N total pour la culture+ les adventices était sensiblement plus important avec trèfle<sub>préc</sub>+N. Dans l'ensemble, le N total était plus bas en 2009 qu'en 2008. La teneur totale en N de la culture allait de 1,1 à 1,5 % en 2008 et de 1,1 à 1,3 % en 2009, avec un N total

des adventices de 1,5 à 2,3 % en 2008 et de 1,2 à 1,7 % en 2009. La biomasse moyenne des cultures était plus importante en 2008 (418 à 538 g/m<sup>-2</sup>) comparativement à 2009 (208 à 331 g/m<sup>-2</sup>). La biomasse moyenne des adventices allait de 76 à 124 g/m<sup>-2</sup> en 2008 et de 104 à 320 g/m<sup>-2</sup> en 2009. La teneur en protéines n'a été analysée que pour l'année 2009. L'enfouissement de trèfle<sub>préc</sub> et l'apport de Nutriwave<sup>mc</sup> n'ont pas influé sur la teneur en protéines du cultivar d'avoine AC Baton. Elle a été, pour les quatre variantes, d'environ 12 %.

## LES CONCLUSIONS...

La réponse de l'orge après l'enfouissement du trèfle a été équivalente à l'application de 3 000 kg/ha<sup>-1</sup> de fumier de volaille granulé (envir. 60 kg/ha<sup>-1</sup> de N assimilable). La teneur en protéines de l'orge s'est accrue avec le trèfle<sub>préc</sub>, mais elle pourrait être réduite par l'épandage de fumier de volaille. Le coût d'achat et d'épandage du fumier de volaille doivent être pris en compte comparativement à une jachère de trèfle de 1 à 2 ans. L'avoine n'a pas répondu aussi bien à l'apport d'engrais vert ou de fumier de volaille granulé.

## FINANCEMENT ET PARTENAIRES

Le financement et l'appui non financier de cette recherche et de la production de ce bulletin proviennent en partie de : Ministère de l'Agriculture de l'ÎPÉ; Conseil ADAPT de l'ÎPÉ; Agri-Futures et Conseil du PASCANA, Nouvelle-Écosse; Conseil agricole du Nouveau-Brunswick; Département des sciences végétales et animales du Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse; Réseau régional de l'industrie biologique du Canada atlantique

## AUTEURS ET AUTEUR

Karen Nelson, Joanna MacKenzie et Andy Hammermeister (CABC)

## REMERCIEMENTS

Merci à Mark Bernard (Barnyard Organics), Susan MacKinnon (min. Agriculture ÎPÉ), et aux techniciens du CABC.



Agriculture and  
Agri-Food Canada

Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

## Pour de plus amples renseignements :

Consultez [agbio.ca](http://agbio.ca)

ou communiquez avec nous à :

C. P. 550, Truro N.-É. B2N 5E3

Téléphone : 902-893-7256

Télécopieur : 902-896-7095

Adresse électronique :

[oacc@nsac.ca](mailto:oacc@nsac.ca)

**NSAC**  
AC. Embrace Your World.