



# CETAB<sup>+</sup>

Centre d'expertise et de transfert en  
agriculture biologique et de proximité



## CONTRIBUTION EN AZOTE EN PROVENANCE DES ENGRAIS VERTS DE LÉGUMINEUSES

Les systèmes de production végétale en régie biologique font souvent appel aux engrais verts dans la rotation des cultures. Ces plantes destinées à l'enfouissement ont de nombreuses fonctions. Elles servent entre autres à protéger le sol de l'érosion, à nourrir les organismes vivants du sol, à éponger les nutriments et à réduire la pression des adventices. Comme l'azote est souvent un facteur limitant en régie biologique, il est important de bien connaître la contribution en azote des différentes plantes utilisées comme engrais vert. Cette contribution varie selon qu'il s'agit d'une légumineuse ou d'autres plantes, selon le degré de développement et l'abondance des parties aériennes, et selon un ensemble d'autres facteurs qui interviennent avant que cet azote soit rendu disponible aux cultures suivantes (p.ex. type de sol, travail du sol, climat, etc.). Les légumineuses ont naturellement des teneurs plus fortes en azote que les graminées en raison de leur capacité à fixer l'azote atmosphérique. Ainsi, un engrais vert de légumineuse cultivé pendant toute une saison peut potentiellement apporter beaucoup d'azote dans le système de culture. Sa contribution réelle en azote à la culture suivante est toutefois plus difficile à déterminer avec précision.

Un essai mené en 2012 et 2013 par Adrien N'Dayegamiye de l'IRDA a permis de comparer différents engrais verts de légumineuses purs ou en mélange avec de l'orge quant à leur contribution en azote à la culture suivante dans une régie biologique. De tels essais se font depuis plusieurs décennies au Québec et ailleurs dans le monde. Cependant, l'essai de l'IRDA se distingue par le grand nombre d'espèces comparées et par le fait que d'autres facteurs sont aussi étudiés en même temps, soit l'effet du travail du sol et celui de la fertilisation complémentaire sur la contribution en azote à une culture de maïs suivant l'engrais vert. Nous rapportons ici ce que les engrais verts cultivés dans cet essai en 2012 ont pu apporter comme azote potentiel. Par la suite, nous mettons en perspective différentes méthodes couramment employées pour l'estimation de l'azote disponible à la culture suivante.



**JEAN DUVAL**  
AGR., PH.D.  
CETAB +



**ANNE WEILL**  
AGR., PH.D.  
CETAB +



**ADRIEN  
N'DAYEGAMIYE**  
PH.D., IRDA

Canada 

Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation

Québec 

## Site et méthodologie

L'essai s'est déroulé à la plate-forme en agriculture biologique de l'IRDA à St-Bruno-de-Montarville sur un sol de la série St-Urbain. L'état structural de ce sol n'était toutefois pas optimum en raison de la compaction créée par des travaux mécanisés et des problèmes de drainage dans les années précédentes.

La teneur en matière organique était de 3 % et le sol était de richesse moyenne à bonne en phosphore et élevée en potassium. Chacun des engrais verts a été semé dans des parcelles en quatre répétitions entre le 18 et le 25 mai 2012. Ces engrais verts étaient : de l'orge en semis pur comme témoin; de l'orge soit avec du trèfle incarnat, du trèfle ladino, du trèfle rouge à une coupe ou un mélange de trèfles rouge et ladino; de la vesce velue; de la luzerne; et du pois à grains. Les biomasses d'engrais vert produites ont été évaluées le 29 août pour l'orge avec le trèfle incarnat et le pois et les 24 et 25 septembre pour les autres engrais verts.



## Biomasses produites par les engrais verts

Le graphique suivant montre les données de biomasse de matière sèche obtenue pour la partie aérienne des engrais verts comparés.

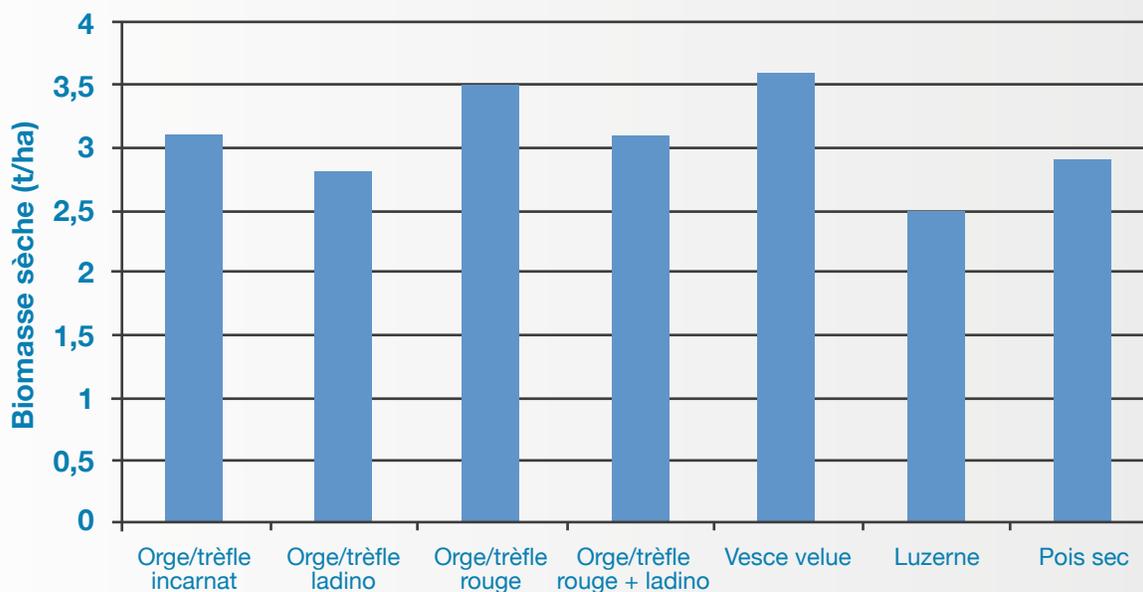


Figure 1 – Biomasse aérienne obtenue des différents engrais verts dans l'essai IRDA

Tous les engrais verts ont produit entre 2,5 et 3,6 tonnes de matière sèche à l'hectare. Ces rendements sont faibles dans le cas des trèfles considérant qu'ils incluent la biomasse de l'orge servant de plante-abri. Le choix de la variété de trèfle a un lien avec le faible rendement, mais peuvent aussi s'expliquer par les conditions de croissance notamment le semis tardif, le temps sec et la compaction du sol. La plus haute biomasse obtenue était celle de la vesce velue avec plus de 3,5 t/ha. La luzerne a peu produit de biomasse aérienne avec seulement 2,5 t/ha. Cette plante vivace donnerait sans doute davantage dans une seconde année de croissance. Les rendements de pois sont particulièrement affectés par la richesse du sol et les variétés utilisées. Une variété de pois fourragers à croissance indéterminée comme le 4010 aurait sans doute donné plus de rendement que la variété pour le grain utilisée.

## Teneur en azote des engrais verts

L'apport potentiel en azote à l'hectare des engrais verts est obtenu en multipliant les rendements en biomasses aériennes obtenues par leur teneur en azote totale. Le tableau suivant présente les teneurs en azote obtenu dans l'essai de l'IRDA pour chacun des engrais verts.

**Tableau 1 – Teneur en azote de la partie aérienne des engrais verts dans l'essai IRDA en 2012**

Engrais vert	% d'azote
Orge et trèfle incarnat	1,8
Orge et trèfle ladino	2,0
Orge et trèfle rouge	2,4
Orge, trèfle rouge et ladino	2,3
Vesce velue	2,5
Luzerne	2,6
Pois sec	1,4



Figure 2 – Un champ de vesce velue (Photo : Anne Weill)

Ces résultats ne sont pas typiques d'engrais verts de pleine saison; les teneurs en azote sont en effet plutôt faibles. La littérature scientifique et populaire donne des pourcentages d'azote de 3,0 à 3,5 pour les trèfles en général, de 3,0 à 4,0 % pour les vesces et de 2,5 à 4,5 % pour le pois. Les conditions de croissance expliquent sans doute ces résultats. Dans le cas des trèfles, l'analyse a été conduite avec la plante-abri d'orge à maturité, ce qui a aussi contribué à baisser les teneurs en azote.

Il est à noter que l'on évalue rarement l'azote contenu dans les racines de l'engrais vert; elle est en général négligeable, représentant environ 10 % du total en azote d'une plante annuelle. Pour les vivaces comme la luzerne et les trèfles gardés plus d'une saison, cela peut toutefois dépasser les 25 %; il faudrait alors en tenir compte. Le graphique qui suit donne l'apport potentiel en azote à l'hectare des parties aériennes des différents engrais verts dans l'essai de l'IRDA.

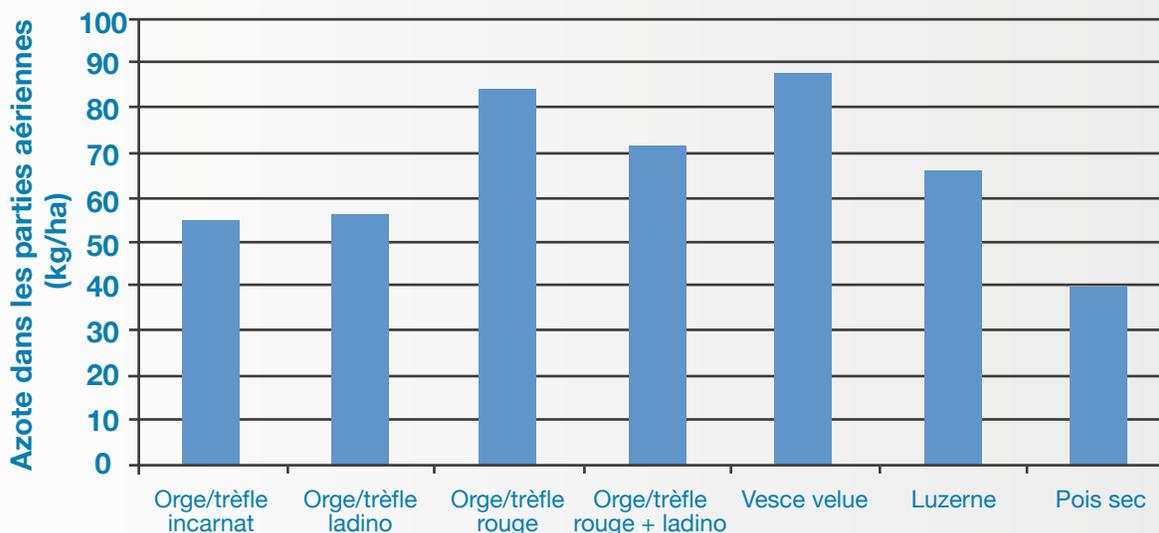


Figure 3 – Contenu en azote des parties aériennes des différents engrais verts (kg/ha)

On peut constater dans ce graphique l'importance de la biomasse produite sur la contribution potentielle en azote des différents engrais verts. Parmi les légumineuses étudiées, ce sont la luzerne et la vesce velue qui avaient la plus haute concentration en azote (Tableau 1). Cependant, comme la luzerne a donné peu de biomasse aérienne, elle a aussi un moins grand apport potentiel en azote au total que la vesce velue.

Il est toujours difficile de prévoir quelle proportion de l'azote contenu dans l'engrais vert au moment de sa destruction sera effectivement disponible à la culture suivante. Le rythme auquel l'azote contenu dans l'engrais vert sera libéré va dépendre de nombreux facteurs comme la facilité à se dégrader des tissus végétaux et le pourcentage d'azote, des facteurs climatiques et des éléments de régie de sol (p.ex. drainage, travail de sol, etc.).



Figure 2 – Un engrais vert de pois fourrager (Photo : Anne Weill)

## Azote disponible à la culture suivante

Il ne faut pas perdre de vue non plus que, souvent, les engrais verts ont un effet améliorant sur la structure du sol qui, en lui-même, aide à la croissance des cultures qui suivent, indépendamment de leur contenu en azote. Néanmoins, il existe des façons d'estimer la contribution azotée potentielle à la culture suivante à partir du contenu en azote des parties aériennes de l'engrais vert.

Dans son ouvrage classique sur les engrais verts, Pieters (Pieters, 1927) suggérait comme base de comparaison que si l'azote des engrais à base de nitrates est disponible aux plantes à 100 % et celui des fumiers animaux à 25 %, celui des engrais verts de légumineuses est disponible en moyenne à 65 %. Cependant, contrairement aux nitrates qui sont perdus s'ils ne sont pas utilisés de suite par les plantes, l'azote des engrais verts de légumineuses n'est pas libéré d'un seul coup, ce qui le rend moins sensible au lessivage.

Au Québec, trois différentes méthodes de calcul de contribution en azote des engrais verts ont été répertoriées par Jobin et al. (1996). La plus simple suggère qu'on évalue la contribution en azote d'un engrais vert à la culture suivante comme équivalent à 50 % de l'azote contenu dans ses parties aériennes. Ainsi, dans le cas de la vesce velue de l'essai de l'IRDA, on pourrait compter 44 kg d'azote (50 % de 88 kg/ha) venant de l'engrais vert et réduire d'autant les apports en fertilisants pour la culture qui suit. Avec cette méthode, aucune estimation n'est faite de l'arrière-effet de l'engrais vert, c'est-à-dire de l'azote qui pourrait être rendu disponible dans les années subséquentes.

Les deux autres méthodes sont plus nuancées; elles sont basées sur la teneur en azote de la biomasse aérienne. Dans l'une, plus cette teneur est élevée, plus la fraction disponible de l'azote augmente (Tableau 2). Il s'agit en fait d'une adaptation plutôt théorique d'une méthode qui s'applique à toutes les matières organiques, en particulier les fumiers, proposée par Mathers et Goss (1979). Dans le cas de notre vesce velue, 50 % de l'azote serait libéré à une teneur en azote de 2,5 %, ce qui donnerait le même estimé que selon la première méthode. Cependant, à une teneur de 3 %, la contribution en azote monterait à 60 % ou 53 kg/ha.

**Tableau 2 – Estimation de la disponibilité de l’azote d’un engrais vert en fonction de sa teneur en azote**  
(Source : Jobin et Douville, 1996)

<b>% d’azote dans l’engrais vert</b>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
<b>% d’azote disponible</b>	20	30	40	50	60	70	80	90

La troisième méthode considère que, dans les matériaux très riches en azote comme les engrais verts de légumineuses, tout ce qui dépasse 1,8 % d’azote sera très rapidement disponible, soit dès le début de l’année suivant l’enfouissement. La fraction entre 0,9 et 1,8 % sera libérée au courant de la saison et, finalement, 0,9 % ne sera libéré que dans les années subséquentes. Avec cette dernière méthode, notre engrais vert de vesce velue contenant 2,5 % d’azote donnerait 25 kg/ha (2,5 %-1,8 %)\*3600 kg/ha) d’azote disponible dès le début de la première année suivant l’enfouissement de l’engrais vert. Il y aurait aussi 32 kg/ha (0,9 %\*3600 kg/ha) disponible en cours de saison et, finalement, 32 kg/ha (0,9 %\*3600 kg/ha) disponible dans les années subséquentes.

Aucune de ces trois méthodes de calcul n’a vraiment été appuyée par des résultats de recherche à notre connaissance. Par contre, d’autres méthodes de calcul de la contribution en azote à la culture suivante, développées ailleurs, sont bien appuyées. Ainsi, l’université de l’Oregon a mis au point un système du nom de PAN (Plant Available Nitrogen) aussi basé sur la teneur en azote des tissus végétaux (Tableau 3). Cette méthode sert à estimer l’azote disponible 4 et 10 semaines après l’enfouissement de l’engrais vert au printemps pour le climat de l’Oregon. Dans cet état américain, les engrais verts survivent à l’hiver et sont donc le plus souvent enfouis au printemps. Dans l’exemple de notre vesce velue qui contient 24,5 kg d’azote par tonne de matière sèche, le tableau 3 indiquerait que 6 kg d’azote serait disponible à la culture après 4 semaines et 10 kg après 10 semaines, soit nettement moins que toutes les autres méthodes présentées plus haut. Il ne s’agit toutefois aussi que d’un estimé, même s’il la méthode est mieux appuyée que les autres. En pratique, l’expérience et la connaissance du site et du système de culture seront souvent d’excellents compléments à toutes ces méthodes d’estimation.

**Tableau 2 – Disponibilité de l’azote des engrais verts**  
(adapté de PNW 636 – 2012 - Service d’Extension de l’Université de l’Oregon)

Contenu total en N de l’engrais vert		Estimé de l’azote disponible aux plantes après enfouissement printanier	
		après 4 semaines	après 10 semaines
% du poids sec	kg N/tms	kg N/tms	kg N/tms
1,0	10	<0	0
1,5	15	1,5	4,5
2,0	20	3,5	7
2,5	25	6	10
3,0	30	9,5	14
3,5	35	14	18,5



**Figure 5 – Un engrais vert de trèfle rouge intercalaire après la récolte d’une céréale**  
(Photo : Anne Weill)

## Conclusion

En résumé, la contribution potentielle en azote d'un engrais vert de légumineuses à un système de culture dépend d'abord de la biomasse accumulée et de la teneur en azote des tissus de cet engrais vert au moment de sa destruction. Par la suite, sa contribution réelle en azote à la culture suivante sera affectée par une foule de facteurs, certains sur lequel l'agriculteur a du contrôle (p.ex. drainage, pH du sol, état structural), d'autres qu'il ne contrôle pas (p.ex. température et pluviométrie). Toute méthode de calcul de cette contribution ne peut être qu'un estimé qui s'avérera juste ou faux selon l'année et l'état du sol. En ce sens, il vaut sans doute mieux être prudent dans l'estimation de cette contribution. En pratique, il arrive aussi souvent que, en raison de facteurs indéterminés, l'effet de l'engrais vert à la culture suivante dépasse sa simple fourniture en azote selon les estimés. D'ailleurs, nous verrons dans une prochaine fiche technique comment plusieurs systèmes de production de grandes cultures en régie biologique en Amérique du Nord sont réalisés sans fumier pour ne compter que sur les apports en azote des engrais verts de légumineuses

## Références:

Jobin, P. et Y. Douville. 1996. Engrais verts et cultures intercalaires. Ste-Élizabeth-de-Warwick: Centre de développement d'agrobiologie.

Mathers, A.C. et D.W. Goss. 1979. Estimating animal waste applications to supply crop nitrogen requirements. Soil Science Society of America Journal, 43: 364-366.

Pieters, Adrian J. 1927. Green Manuring; Principles and Practice. New York: John Wiley & sons.

Sullivan, D.M. et N.D. Andrews. 2012. Estimating Plant-available Nitrogen Release from Cover Crops. Oregon State University Extension Service, PNW 236.

