

# Sources alternatives d'azote en maraîchage biologique

## RAPPORT D'ÉTAPE (SAISON 3)

### PROJET : 05-BIO-03

Présenté au

**Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation**

dans le cadre du

**Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique**



Par le

**Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel (CRAM)**



Le 30 janvier 2009

## TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Contexte.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Objectifs du projet .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Description du projet .....</b>	<b>3</b>
<b>2 BILAN DE LA SAISON 2008 .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Échéancier .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Cultures.....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Laitue.....	5
2.2.2 Brocoli .....	6
2.2.3 Céréale.....	6
<b>2.3 Traitements.....</b>	<b>7</b>
2.3.1 Description .....	7
2.3.2 Enfouissement des engrais verts.....	7
<b>2.4 Prises de données .....</b>	<b>7</b>
2.4.1 Démarrage .....	7
2.4.2 Laitue.....	8
2.4.3 Engrais verts .....	8
2.4.4 Brocoli .....	8
<b>3 DIFFICULTÉS RENCONTRÉES .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Test de sève.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Suivi du stade BBCH de la vesce commune.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Semis de l'orge.....</b>	<b>10</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>10</b>
<b>PARTENAIRES ET COLLABORATEURS .....</b>	<b>11</b>

## INTRODUCTION

### 1.1 Contexte

Les apports en azote visant à combler les besoins des cultures exigeantes (solanacées, crucifères...) en production biologique proviennent essentiellement de trois sources : les composts, les fumiers et les déchets d'abattoir (farines de plume et de sang). Les composts et les fumiers, abondamment utilisés pour leur contenu en azote, apportent trop de phosphore. Pour cette raison, les sols en production maraîchère biologique sont souvent trop riche en phosphore, ce qui pose un problème environnemental. Par ailleurs, les sous-produits d'abattoir (farine de plume et de sang) coûtent très cher, ce qui limite leur utilisation comme source d'azote. De plus, il n'est pas certain que leur utilisation sera toujours permise en agriculture biologique.

Un autre possibilité pour les producteurs maraîchers serait d'utiliser des engrais verts de légumineuses implantés en culture dérobée comme principale source d'azote. Le compost et le fumier seraient alors utilisés en petites quantités comme source complémentaire d'azote et comme source principale de phosphore et de potasse. Ceci limiterait l'enrichissement des sol en phosphore. De plus, l'engrais vert diminue également la colonisation par les adventices, améliore la structure du sol et diminue les risques d'érosion. Par conséquent, les engrais verts permettent une augmentation des rendements. Les engrais verts utilisés dans le cadre de ce projet sont la vesce et le pois (deux plantes appartenant à la famille des légumineuses) : la vesce est l'un des engrais vert qui emmagasinent le plus d'azote, alors que la semence du pois est de taille importante et germe plus facilement dans les conditions sèches fréquemment rencontrées à la mi-été.

Bien que l'utilisation d'engrais vert soit courante en grandes cultures, peu d'information existe sur la quantité d'azote que cette pratique peut fournir. Cette quantité est fonction de la biomasse de l'engrais vert, mais également de la date à laquelle il a été enfoui. Pour le moment il est donc impossible d'estimer la quantité d'azote que de tels engrais verts peuvent réellement fournir à une culture subséquente, et il n'existe pas de travaux permettant de décider de la meilleure période d'enfouissement pour ces engrais verts au Québec. De plus, il n'existe pas pour le moment d'alternative aux composts, fumiers et déchets d'abattoir comme source d'azote en production biologique. Par conséquent, les réponses apportées par la mise en œuvre de ce projet permettraient de conseiller les producteurs agricoles sur les techniques à suivre pour l'utilisation efficace d'engrais verts de légumineuses comme source alternative d'azote, et ainsi limiteraient l'enrichissement des sols en phosphore causé par l'utilisation excessive de fumiers et de composts. Enfin, la connaissance de la courbe de minéralisation de l'azote permettra de mieux synchroniser la fourniture d'azote avec les besoins des cultures.

## 1.2 Objectifs du projet

L'objectif général est la mise au point de l'utilisation de deux engrais verts à base de légumineuses (vesce commune et pois) en culture dérobée en vue de fournir une quantité suffisante de cet élément à la culture suivante tout en procurant aux producteurs biologiques du Québec une source d'azote alternative aux composts, fumiers et sous-produits d'abattoirs (farine de plume ou de sang).

Les objectifs spécifiques du projet sont les suivants : déterminer la période idéale d'enfouissement en sol léger (automne ou printemps); situer le pic de minéralisation et de « redistribution » de l'azote venant des résidus de l'engrais vert selon le type de sol et la date d'enfouissement; maximiser la quantité d'azote rendue à la culture suivante par l'engrais vert de légumineuse; déterminer si l'apport d'azote par l'engrais vert contribue significativement au rendement d'une culture exigeante.

## 1.3 Description du projet

Le projet est d'une durée de trois ans. La date prévue initialement pour la fin du projet était en 2008, mais a été repoussée à la fin 2009.

Les engrais verts seront semés après une culture hâtive (laitue) récoltée en juillet sur deux types de sols représentatifs des systèmes maraîchers (sable et loam). Ils seront ensuite enfouis tard à l'automne (sable et loam) ou tôt au printemps (sable). Un légume exigeant (brocoli) sera implanté le printemps suivant le semis d'engrais vert. Après la récolte du brocoli, une culture de céréale suivra afin de déterminer si l'engrais vert de l'année précédente peut aussi avoir des impacts tard la saison suivante. Deux témoins sans engrais vert seront utilisés : (1) un témoin sans fertilisation et (2) un témoin avec fertilisation à base de farine de plumes ou de sang.

## 2 BILAN DE LA SAISON 2008

### 2.1 Échéancier

L'échéancier de la 3<sup>e</sup> année proposé au protocole dans le cadre de ce projet, suite à la reprise de la série 1 en sol lourd, était le suivant :

PÉRIODE	ACTIVITÉS
Juin 2008	Sol léger, série 2: Implantation du brocoli Sol lourd, série 1 (reprise): Implantation du brocoli Sol lourd, série 2: Implantation de la laitue
Août 2008	Sol léger, série 2: Récolte du brocoli et semis de la céréale Sol lourd, série 1 (reprise): Récolte du brocoli et semis de la céréale Sol lourd, série 2: Semis des engrais verts
Automne 2008	Sol léger, série 2: Enfouissement de la céréale Sol lourd, série 1 (reprise): Enfouissement de la céréale Sol lourd, série 2: Enfouissement des engrais

En sol léger, les travaux ont été effectués tel que prévu au protocole. La série 1 s'est terminée à l'automne 2007. La série 2 a continué avec l'enfouissement des parcelles d'engrais verts au printemps, puis la plantation de brocoli. En sol lourd, la série 1 (reprise) a continué avec la plantation de brocoli suivi d'un semis d'orge. La série 2 a été commencée avec la plantation de laitue puis d'engrais verts. Les tableaux 2.1 et 2.2 présentent les moments précis auxquels les principales activités du projet ont été effectuées selon le type de sol.

**Tableau 2.1 Calendrier des travaux réalisés en sol léger**

ACTIVITÉS	SÉRIE 2
Implantation de la laitue	21 juin 2007
Récolte de la laitue	26 juillet 2007
Semis des engrais verts	3 août 2007
Enfouissement des engrais verts	Automne: 25 octobre 2007 Printemps: 5 juin 2008
Implantation du brocoli	6 juin 2008
Récolte du brocoli	5, 12, 15, 19, 22 août 2008
Semis de la céréale	11 septembre 2008
Enfouissement de la céréale	Ne s'applique pas

**Tableau 2.2 Calendrier des travaux réalisés en sol lourd**

ACTIVITÉS	SÉRIE 1 (reprise)	SÉRIE 2
Implantation de la laitue	18 juin 2007	10 juin 2008
Récolte de la laitue	28 juillet 2007	15 juillet 2008
Semis des engrais verts	3 août 2007	21 juillet 2008
Enfouissement des engrais verts	Automne: 18 octobre 2007	25 octobre 2008
Implantation du brocoli	11 juin 2008	
Récolte du brocoli	12, 15, 20, 22, 25 août 2008	
Semis de la céréale	11 septembre 2008	
Enfouissement de la céréale	Ne s'applique pas	

## 2.2 Cultures

### 2.2.1 Laitue

La variété de laitue utilisée pour la série 2 en sol lourd en 2008 était la même qu'en 2006-2007, soit la *Royal Oakleaf*. Le 2 mai, la laitue a été semée en rangs sur plateaux en serre. Le repiquage a été effectué le 12 mai, au stade « cotylédon plus une feuille » en multicellules 72 dans un terreau « Berger BM-8 » plus un tiers de compost. Les plants ont ensuite été acclimatés en les sortant de la serre le jour seulement du 2 au 4 juin, puis 24 heures sur 24 du 5 au 9 juin. Les plants ont ensuite été transplantés manuellement au champ le 10 juin. Comme pour les années précédentes, l'espacement entre les rangs était de 75 cm tandis que celui entre les plants était de 30 cm. Une irrigation a été nécessaire due au temps chaud et sec. Cette irrigation s'est faite par aspersion le 11 juin, puis manuellement les 13 et 16 juin (l'irrigation par aspersion n'irriguait pas toutes les parcelles de l'essai uniformément). Un apport d'engrais a été appliqué avant l'implantation, selon les grilles de fertilisation du CRAAQ, à raison de 70 unités d'azote, 160 unités de phosphore et 75 unités de potassium à l'hectare. Des fertilisants biologiques ont été utilisés, soit de l'Actisol (4-4-2), du phosphate de roche (0-13-0) et du Sulpomag (0-0-22). Aucune fertilisation d'appoint a été effectuée par la suite puisque les plants étaient suffisamment vigoureux et que les conditions de culture étaient optimales (bonne structure du sol et conditions météorologiques satisfaisantes).

Les laitues ont été binées et sarclées une fois au début juillet. Des pucerons ont été dépistées peu avant la récolte à raison de 1 à 5 pucerons sur 40 % plants. Aucun traitement phytosanitaire n'a été jugé nécessaire puisque les densités de pucerons étaient faibles et qu'il y avait présence de prédateurs naturels (des larves de syrphes).

### 2.2.2 Brocoli

La variété de brocoli *Emerald Pride* a été utilisée. La transplantation manuelle au champ a été effectuée le 6 juin en sol léger et le 11 juin en sol lourd. Les plants étaient alors au stade 2-3 feuilles. L'espacement entre les rangs était de 75 cm, tandis que celui entre les plants était de 30 cm, comme dans les années précédentes. En sol léger, aucune irrigation n'a été nécessaire. En sol lourd, les plants ont été irrigués après la transplantation, d'abord par aspersion (le 11 juin), puis manuellement (le 16 juin) puisque l'irrigation par aspersion n'irriguait pas toutes les parcelles uniformément.

Deux traitements phytosanitaires ont été effectués sur chaque site. En sol léger, une première application de Entrust (matière active : spinosad) a été effectuée le 10 juillet contre les chenilles défoliatrices (fausse-teigne des crucifères et piéride du chou) et les thrips. Une deuxième application de Entrust contre les chenilles défoliatrices a été effectuée le 30 juillet. En sol lourd, une application de Btk et une application de Entrust ont été effectuées contre la fausse-teigne et la piéride, respectivement le 24 juin et le 30 juillet.

### 2.2.3 Céréale

Une fois le brocoli récolté, le sol a été labouré et de l'orge a été semé le 11 septembre sur les deux types de sol. En sol léger, le semis a été fait à l'aide d'un semoir manuel. En sol lourd, le semis a été effectué mécaniquement à l'aide d'un semoir, en rangs. Le taux était de 100 kg/ha.

## 2.3 Traitements

### 2.3.1 Description

Le protocole de recherche propose 6 traitements :

- FERT0 = Témoin
- FERT1 = Farine de plume ou de sang
- VESCE1 = Vesce commune enfouie à l'automne
- VESCE2 = Vesce commune enfouie au printemps
- POIS1 = Pois fourrager enfoui à l'automne
- POIS2 = Pois fourrager enfoui au printemps

Dans le cas du sol lourd, l'enfouissement des engrais verts est réalisé uniquement à l'automne puisque l'entrée au champ est souvent difficile à effectuer tôt au printemps. Ce fut le cas en 2008. Autrement, dans le sable, les 6 traitements sont réalisés. Les doses utilisées ont été de 80 kg / ha pour la vesce et de 125 kg / ha pour le pois. La dose utilisée pour le pois a été augmentée de à 80 kg due à la faible biomasse obtenue en 2007 (alors que la dose était de 30 kg / ha). Chaque parcelle d'engrais verts était composée de 10 rangs et le semis a été effectué manuellement, le 21 juillet.

La farine de plume a été appliquée au printemps et la quantité a été déterminée selon les grilles du CRAAQ, c'est-à-dire un apport de 769 kg / ha avant l'implantation et de 452 kg / ha en bande 5 semaines après l'implantation. Dans les 2 cas, le fertilisant a été appliqué et enfoui manuellement. La levée, la croissance et la biomasse obtenues en sol lourd ont été très satisfaisantes.

### 2.3.2 Enfouissement des engrais verts

Lorsque les engrais verts ont commencé à se lignifier, ils ont été coupés et hachés très grossièrement à l'aide d'un taille herbe. Ensuite ils ont été enfouis par un labour le 25 octobre.

## 2.4 Prises de données

### 2.4.1 Démarrage

En sol lourd, avant le début de l'essai (série 2), des échantillons de sol ont été prélevés et analysés à l'intérieur de chacune des parcelles des deux sites.

#### 2.4.2 Laitue

Le dépistage des insectes et des maladies a été effectué de façon hebdomadaire. En 2007, le stade de la culture était suivi de façon générale. En 2008, un suivi plus assidu de la croissance des laitues a été effectué avant d'effectuer les traitements afin d'évaluer l'homogénéité de leur croissance. Une fois par semaine, 10 plants par parcelle sur les deux rangs centraux ont été évalués. Le stade BBCH, la hauteur et le diamètre des têtes ont été mesurés. À la récolte, des données de rendement et de biomasse ont été prises sur les deux rangs centraux des parcelles sur une longueur de 3m située au centre de la parcelle. Le nombre de plants dans la section de récolte de chaque parcelle était compté. Ensuite, chaque plant était classé selon les catégories « commercialisable » ou « non commercialisable » et le poids total de chaque catégorie était mesuré. Pour être classés « commercialisable », les plants devaient être exempt de dommages d'insectes et de maladies, et la tête devaient avoir un diamètre minimal de 15cm. À la récolte, les plants de laitues étaient très vigoureux et de grande taille, et la biomasse mesurée dans chaque parcelle était très uniforme. Le nombre de laitues déclassées était négligeable.

#### 2.4.3 Engrais verts

Après le semis d'engrais verts, leur stade a été suivi hebdomadairement à l'aide de l'échelle BBCH (échelle des mauvaises herbes dans le cas de la vesce) et la hauteur des plants a été notée. Ces données ont été prises du 28 juillet au 15 octobre. Ces données ont été prises sur 10 plants par parcelle, choisis aléatoirement, au centre de la parcelle. Avant les premiers gels automnaux importants, les biomasses de chacun des engrais verts enfouis à l'automne ont été prises le 15 octobre. Cette opération s'est effectuée tel qu'elle était prévue au protocole. Au même moment, avant que ces engrais verts ne soient enfouis, un échantillon de sol de chacune des parcelles a été pris afin d'en évaluer le contenu en azote ( $\text{NO}_3$ ). Ces analyses ont été effectuées par le CRAM à l'aide de l'appareil *Nitracheck*.

En sol léger, dans la série 2 de l'essai, les engrais verts semés à l'automne 2007 qui devaient être enfouis au printemps 2008, n'ont pas repris leur croissance. Aucune donnée de biomasse n'a donc été prise sur ces parcelles.

#### 2.4.4 Brocoli

Avant l'implantation du brocoli, la teneur en  $\text{NO}_3$  de chacune des parcelles a été évaluée à l'aide d'échantillons sur les deux types de sol.

Il était prévu au protocole de faire un test de sève 4 semaines après la transplantation et un deuxième test de sève deux semaines après le second apport de

farine de plume. En 2008, le test de sève a uniquement été effectué en fin de croissance (le 7 août), lorsque les pommes étaient formées. Le test de sève a été effectué sur 5 feuilles par parcelle, prélevées sur les deux rangs du milieu, et ces échantillons ont été analysés par le CRAM à l'aide de l'appareil *Nitracheck*. L'analyse de ces échantillons n'est pas encore terminée.

En 2007, le stade de la culture était suivi de façon générale. En 2008, par souci d'évaluer l'impact des engrais verts sur la plante tout au long de la saison, un suivi plus assidu de la croissance des brocolis a été effectué. Une fois par semaine, 10 plants par parcelle, choisis aléatoirement sur les deux rangs centraux, ont été évalués. Le stade BBCH, la hauteur et le diamètre des têtes ont été mesurés. Ces données n'ont pas encore été analysées, par contre il était évident visuellement que les parcelles fertilisées par la farine de plumes possédaient des plants plus vigoureux, et ce sur les deux types de sol.

Les rendements ont été mesurés au mois d'août. Cinq dates de récoltes ont été effectuées sur chaque site sur une période d'environ deux semaines, afin de récolter et de prendre des données sur le plus grand nombre de plants possible. Les données de rendement et de biomasse ont été prises tel qu'elles étaient prévues au protocole.

Par la suite, un plan de brocoli représentatif a été choisi par parcelle. Son taux de matière sèche a été évalué, tel que prévu au protocole.

#### 2.4.5 Céréale

Des données de biomasse ont été prises sur l'orge, le 15 octobre, avant les premiers gels importants. Le poids frais et le poids sec de l'orge ont été mesurés tel que prévu au protocole afin d'évaluer la quantité de matière sèche dans chacune des parcelles.

## 3 DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

### 3.1 Test de sève

Le test de sève sur le brocoli aurait dû être effectué à deux reprises avant et après la fertilisation à la faire de plume. En 2008, ce test a été effectué en fin de croissance seulement.

### 3.2 Suivi du stade BBCH de la vesce commune

Contrairement au pois, aucun modèle de stade BBCH n'a été adapté à la vesce. L'échelle BBCH générale des mauvaises herbes a donc été utilisée dans le cas de la vesce. À certains stades de croissance, il était cependant difficile d'identifier le stade BBCH adéquat.

### 3.3 Semis de l'orge

Dans les deux types de sol, le semis de l'orge a été effectué tard en saison. En sol léger, le semis a été fait manuellement et les semences ont été mises en terre légèrement à l'aide de râteaux. La germination a été inégale et la biomasse obtenue a été faible, possiblement à cause du semis tardif et de l'enfouissement inégal des semences. En sol lourd, le semis a été effectué mécaniquement. La germination a aussi été inégale. De façon évidente, cette germination inégale était causée par la machinerie car les levées inégales étaient situées en allée et non uniformément sur le site. La cause de ce problème est due à la petite quantité de semences introduites dans le semoir, ce qui entraîne une sortie irrégulière des semences (ce semoir a créé le même problème dans le passé). De plus, le fait que les semences étaient biologiques (donc non traitées et possiblement plus vulnérable aux maladies) a peut-être contribué au faible taux de germination dans les deux sites. Le taux de germination en laboratoire n'a pas été évalué.

## CONCLUSION

Le travail aux champs sur les deux sites et le travail en laboratoire s'est bien déroulé lors de la troisième saison. Comme suggéré dans le rapport d'étape précédent, l'entrée aux champs s'est fait plus hâtivement et le stade de croissance de la laitue et du brocoli a été suivi plus rigoureusement.

Les données de  $\text{NO}_3$  du feuillage et du sol, les stade BBCH des différentes cultures, et les données de biomasses et de rendements restent à être analysés statistiquement pour établir si il y a des différences significatives entre les différents traitements.

Nous comptons sur la dernière année de ce projet pour compléter la série 2 en sol lourd et analyser les données des trois années de ce projet. Ceci nous permettra d'évaluer le potentiel effet bénéfique des engrais verts testés sur les cultures exigeantes en azote. Nous sommes toujours convaincus que les engrais verts peuvent jouer un rôle important dans l'apport d'éléments minéraux et pour la structure du sol et, donc, qu'ils contribuent à la santé du sol à long terme.

## PARTENAIRES ET COLLABORATEURS

Le CRAM tient à remercier ses partenaires et collaborateurs pour la réussite des essais en 2008.



**Centre de formation agricole de Mirabel (CFAM)**  
Ste-Scholastique  
(site d'essais)

**Club Bio Action**  
Anne Weill, Ph.D.  
(soutien agronomique)



**Incubateur d'entreprises agroalimentaires de Mirabel**  
Ste-Scholastique

**Les Serres Michel Jetté et Réjeanne Huot**  
St-Canut  
(site d'essais)

Ce projet est réalisé grâce à un appui financier du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique (PSDAB).