

Intensification des cultures d'engrais verts en culture maraichère

Numéro du projet
508-06-011025

Nom du requérant
Cégep de Victoriaville

RAPPORT FINAL

2002-2005

Rédigé par
Denis La France, dta, enseignant, chargé de projet
Élise Maynard, agronome et enseignante

Projet réalisé dans le cadre du programme
Transfert et innovation technologique en agrosystème
du CDAQ

Décembre 2006

INTENSIFICATION DES CULTURES D'ENGRAIS VERTS EN CULTURE MARAÎCHÈRE

1 Description du projet.....	3
1.1 Objectif général du projet	3
1.2 Objectifs spécifiques.....	3
1.3 Étapes et échéances.....	4
2 Résultats et analyse.....	6
2.1 Résultats.....	6
2.1.1 Problématique	6
2.1.2 Approche méthodologique.....	11
2.2 Réalisation du projet et résultats obtenus.....	20
2.2.1 Plan de ferme	20
2.2.2 Description détaillée du déroulement en 2002.....	22
2.2.3 Description détaillée du déroulement en 2003.....	35
2.2.4 Description détaillée du déroulement en 2004.....	50
2.3 Observation et mesure des résultats.....	62
2.3.1. Observation des engrais verts	62
2.3.2. Suivi des sols.....	80
2.2.3. Observation des cultures	101
2.2.4. Suivi des mauvaises herbes.....	104
2.4 En conclusion, que faut-il retenir de ce projet ?	107
2.4.1 Principaux résultats du projet :	107
2.4.2 Mode de culture des engrais verts.....	110
2.4.3 Particularités des cultures maraîchères et fruitières.....	112
3 Impact sur la production agricole	114
4 Diffusion des résultats.....	115

Annexes

1. DESCRIPTION DU PROJET

1. DESCRIPTION DU PROJET

1.1 Objectif général

Le projet vise à adapter au Québec des systèmes intensifs d'utilisation des engrais verts en culture maraîchère, dans une approche de culture biologique. De plus, il veut les faire connaître le plus possible pour en favoriser l'adoption dans la pratique sur des fermes maraîchères québécoises tant conventionnelles que biologiques.

1.2 Objectifs spécifiques

Le projet visait à adapter au Québec des systèmes complexes, diversifiés et systématiques d'utilisation des engrais verts afin d'arriver aux objectifs suivants :

- réduire la pression des mauvaises herbes et, en conséquence, l'utilisation de sarclage mécanique et de sarclage manuel, ainsi que des herbicides, en culture conventionnelle;
- améliorer la qualité des sols, notamment la structure, la résistance à l'érosion, le drainage et l'activité biologique;
- améliorer l'état sanitaire des cultures par la rotation et l'équilibre écologique des sols;
- réduire l'utilisation de composts riches en phosphore et, d'engrais azotés par l'utilisation des légumineuses, afin de se conformer au règlement sur les exploitations agricoles (REA);
- créer une diversité écologique favorisant un équilibre du système de culture;
- augmenter les rendements et la qualité des récoltes;
- améliorer la performance économique des fermes maraîchères.

Ces objectifs étaient et sont toujours réalistes. Les engrais verts contribuent à l'atteinte des objectifs en complément d'une gamme de bonnes pratiques agronomiques de régie, appuyées par des habiletés de gestion. La réussite dépend d'abord et avant tout des habiletés globales de l'agriculteur ou de l'agricultrice qui cultive une ferme donnée. L'utilisation judicieuse des engrais verts devient un des outils permettant l'amélioration des performances de la ferme.

1.3 Étapes et échéances

Étape	Échéancier	Personne impliquée
1- Préparation et drainage des sols	Mai -juillet 2002	Chargé de projet, agriculteur, technicien
2- Préparation du projet	Mai-juillet 2002	Chargé de projet, agronome, agro-économiste, conseiller scientifique, agriculteur, technicien, fournisseurs de semences
3- Étude des sols	Juillet 2002	Chargé de projet, technicien
4- Mise en place des parcelles, implantation des engrais verts	Juillet-août 2002	Chargé de projet, technicien, agronome, conseiller scientifique, agriculteur, fournisseurs de semences
5- Mesure des rendements et analyses des engrais verts	Octobre 2002	Chargé de projet, technicien, conseiller scientifique
6- Visite publique des parcelles	Octobre 2002	Chargé de projet, agronome, conseiller scientifique, FABQ, Équiterre
7- Compilation et interprétation des données	Hiver 2003	Chargé de projet, agronome, agroéconomiste, conseiller scientifique, agriculteur, technicien,
8- Implantation des cultures	Avril-Août 2003	Chargé de projet, agriculteur, technicien, étudiants
9- Évaluation des mauvaises herbes	Mai-août 2003	Chargé de projet, technicien, agronome, conseiller scientifique
10- Implantation des engrais verts	Mai-octobre 2003	Chargé de projet, agriculteur, technicien, étudiants
11- Visite des parcelles	Octobre 2003	Chargé de projet, agronome, technicien, agriculteur, conseiller scientifique, FABQ, Équiterre
12- Mesure des rendements des cultures, des revenus et suivi des temps de travaux	Avril 2003-hiver 2004	Chargé de projet, agriculteur, technicien, étudiants
13- Mesure des rendements et analyses des engrais verts	Mai-octobre 2003	Chargé de projet, technicien, conseiller scientifique
14- Compilation et interprétation des données	Hiver 2004	Chargé de projet, agronome, agroéconomiste, conseiller scientifique, agriculteur,

		scientifique, agriculteur, technicien, Équiterre
Répétition étapes 8 à 14	2004- hiver 2005	idem
15- Étude des sols	Octobre 2005	Chargé de projet, technicien
16- Table ronde	Mars 2005	Chargé de projet, agronome, technicien, agriculteur, conseiller scientifique, FABQ, Équiterre
17 Conférence publique	Hiver 2005	Chargé de projet, agronome
18 Rédaction d'un rapport final	Hiver 2005	Agronome, chargé de projet, conseiller scientifique, agroéconomiste

Appui au suivi du projet

Jacques Painchaud, M.Sc., agronome du MAPAQ, conseiller régional en horticulture agira comme conseiller scientifique tout au long du projet.

Comparaison et justification des différences majeures entre l'échéancier prévu et, réel.

La visite de parcelles prévue en été 2004 a été déplacée parce que les parcelles étaient peu nombreuses et ce qui semblait le plus logique était d'inviter les gens à l'automne alors qu'il y aurait des résultats à montrer.

Le suivi économique a été abandonné parce que Pierrot s'est fait cambrioler ; le sac contenant son téléphone cellulaire et ses prises de données sur les temps de travail de chaque culture ont fait partie des objets volés. Découragé, il a cessé de prendre les données. Des données incomplètes auraient été difficiles à analyser et à interpréter. Alors, cette analyse a été abandonnée.

Les engrais verts intercalaires n'ont pas tous été semés parce que nous avons connu deux étés pluvieux où les conditions d'entrée au champ étaient limitées. Les étudiants ont effectué deux semis d'engrais verts intercalaires, tandis que l'agriculteur n'a pas réussi ses implantations. Cette pratique n'était qu'une partie mineure du projet.

Certains semis ont été effectués en octobre, entre autres après les récoltes d'oignons qui ont été plus tardives que prévues, alors que les dernières implantations devaient se faire en septembre.

Des observations ont été faites en 2005 et 2006, après la fin du projet, car les pratiques étaient intégrées dans le système de culture des parcelles du Cégep et divers autres essais se sont faits.

La table ronde prévue en mars 2005 a été intégrée à la conférence publique qui a monopolisé les temps libres des deux bénévoles chargés du projet.

À cause du surplus de travail imprévu au départ du projet, le chargé de projet et l'agronome n'ont pu réaliser le rapport final avant l'automne 2006.

Le plan de travail sur le terrain a été respecté intégralement, à l'exception des cas cités plus haut.



2. RÉSULTATS ET ANALYSE

2.1. Résultats

2.1.1 Problématique

Le projet a été développé à partir de la problématique suivante :

Il y a eu un essor dans l'utilisation des engrais verts dans le monde et au Québec, depuis une vingtaine d'années.

Les engrais verts sont des cultures qu'on retourne au sol sans les récolter et ils sont reconnus pour aider à atteindre les objectifs suivants :

- Fournir des matières organiques qui, selon leur maturité, favorisent l'activité biologique des sols et la formation d'humus;
- Recycler des éléments nutritifs du sol et des engrais et les protéger contre le lessivage, en particulier les nitrates;
- Fixer l'azote de l'air et diminuer l'utilisation des fertilisants;
- Augmenter l'activité biologique du sol en nourrissant sa flore et sa faune;
- Extraire des éléments nutritifs des réserves insolubles du sol et du sous-sol et les restituer sous forme soluble;
- Améliorer la structure du sol par l'action des racines et par l'activité biologique;
- Protéger les sols contre l'érosion hydrique et éolienne;
- Affaiblir ou étouffer les mauvaises herbes;
- Briser le cycle des ravageurs et des maladies des cultures;
- Améliorer la fertilité globale des sols et réduire les coûts de fertilisation;
- Améliorer le bilan énergétique de la ferme en réduisant l'utilisation d'engrais azoté énergivore et le sarclage mécanique à l'aide de tracteur qui contribuent à l'effet de serre;
- Diversifier le système de culture et améliorer l'équilibre de l'écosystème agricole en favorisant la biodiversité.

Les engrais verts sont un outil pour aider à contrer, au moins en partie, les problèmes suivants :

- Manque de matières organiques des sols, compaction, mauvais drainage et baisse de l'activité biologique;
- Pollution par les nitrates, et appauvrissement des sols par le lessivage;
- Dommages environnementaux et baisse de fertilité causés par l'érosion des sols;
- réduction de la biodiversité dans des systèmes de culture de plus en plus simples, voire des monocultures;
- Augmentation de l'utilisation des pesticides malgré des objectifs de réduction;

Alors qu'ailleurs dans le monde, on voit apparaître des utilisations de plus en plus sophistiquées, les pratiques actuelles au Québec restent assez simples, axées principalement sur l'utilisation de semences peu coûteuses dans des systèmes de faible complexité.

Les principales pratiques sont :

- Couvre-sol de céréales à l'automne, principalement dans les terres noires;
- Engrais verts de crucifères, principalement de moutarde blanche en grande culture et sur les fermes laitières;
- Sarrasin en été ;
- Seigle d'automne dans le tabac, quelques maraîchages et autres productions;
- Dernière coupe de foin laissée au champ ou enfouie au labour sur les fermes d'élevage;
- Pertes de battage en grande culture et sur les fermes laitières.

En culture maraîchère, à l'exception des terres noires, les engrais verts sont relativement peu utilisés. Les principales raisons sont que les agriculteurs en connaissent peu les méthodes d'utilisation, ils en comprennent mal les avantages, ou ils manquent de temps pour en faire l'essai, la mise au point et l'intégration dans leur système de culture. C'est un point faible de nombreuses fermes maraîchères biologiques où on retrouve souvent des méthodes assez traditionnelles comme l'alternance de sarrasin et de seigle d'automne.

Cependant, la pratique intensive des engrais verts offre de nombreux avantages agronomiques et environnementaux qui compensent amplement l'effort et la dépense supplémentaires nécessaires à leur implantation. Ils permettent de réduire sensiblement la pression des mauvaises herbes ce qui a un effet sur la réduction des coûts de production, en particulier les coûts de la main-d'œuvre et du sarclage, ainsi que ceux relatifs aux traitements en culture conventionnelle. Cette économie permettrait de libérer les ressources humaines et de compenser les coûts d'implantation des engrais verts.

Ils améliorent la qualité des sols, en particulier leur structure, et leur activité biologique : une plus grande diversité d'espèces d'engrais verts favorise la diversification de l'activité biologique des sols, ce qui améliore l'équilibre biologique du sol et mène à un impact sanitaire positif sur les cultures maraîchères, en particulier une baisse de certains types de maladies. On doit se rappeler que la circulation abondante en culture maraîchère a des impacts négatifs sur la structure du sol, et, en conséquence, sur l'activité biologique.

La protection des cours d'eau et des nappes phréatiques contre le lessivage des nitrates et l'érosion demeure la principale raison d'utilisation de cette technique en agriculture occidentale.

L'amélioration des sols et la gestion des mauvaises herbes favorisent une amélioration du rendement. Ceci se traduit par une superficie en culture moins grande pour rencontrer les besoins du marché visé par la ferme, une réduction des coûts de main-d'œuvre, et un espace pour les rotations améliorantes ou pour l'expansion de la production.

Un autre aspect concerne plus spécifiquement, les maraîchers pratiquant la culture biologique et la préparation de leur plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF). Le règlement sur les exploitations agricoles réduit l'utilisation des fumiers et des composts à cause de leur richesse en phosphore. Les maraîchers pratiquant la culture conventionnelle peuvent facilement utiliser des engrais chimiques équilibrés en fertilisation. L'agriculteur biologique utilise couramment le compost comme principale source d'azote en culture légumière, (complétée par des engrais animaux comme les farines de plumes ou de crevettes). Les apports de phosphore deviennent

souvent excessifs dans les sols riches car les cultures légumières sont généralement de faibles exportatrices de cet élément. L'utilisation systématique de légumineuses en engrais vert pourrait permettre de réduire l'utilisation de compost, ce qui faciliterait le respect des normes du PAEF. Il faut souligner que la demande pour les aliments issus de la culture biologique augmente rapidement depuis plus d'une décennie.

Le présent projet vise à propager une utilisation beaucoup plus systématique des engrais verts sur les fermes québécoises. En ce moment, le seul groupe de maraîchers utilisant de façon très systématique les engrais verts sont les producteurs en terre noire qui utilisent la technique de couverture de sol pour protéger leurs sols très fragiles à l'érosion. Les agriculteurs biologiques devraient utiliser plus d'engrais verts car, théoriquement, ils en connaissent bien les avantages. Ils ne le font pas de façon systématique, principalement parce que leurs systèmes de culture sont très diversifiés, qu'ils ont de la difficulté à intégrer cette tâche dans un horaire de travail surchargé et qu'ils ont beaucoup de difficultés à établir des priorités. Il est probable que si le projet fait bien ressortir les avantages d'une utilisation systématique, les maraîchers réussiront à se convaincre de son insertion prioritaire dans leur organisation de travail.

Il faut convenir que, depuis une vingtaine d'années, l'agriculture biologique constitue le fer de lance du développement de l'agriculture dite durable au Québec, intégrée, raisonnée ou viable, ailleurs dans le monde. Un grand nombre des pratiques développées dans les systèmes de culture biologique depuis des décennies sont adoptées sur une base beaucoup plus large depuis une quinzaine d'années dans la nouvelle agriculture durable. Soutenir le développement de la culture biologique est donc une bonne façon d'améliorer l'impact agroenvironnemental global de notre agriculture. Les Européens ont reconnu ce fait depuis un certain temps et appuient massivement l'essor de la culture biologique au point qu'elle atteint 10% des fermes dans certains pays comme l'Autriche et la Suisse.

Diversification des espèces utilisées en engrais verts

Aucun producteur ou groupe de producteurs au Québec n'a développé de système élaboré, utilisant une grande diversité d'espèces, tels qu'on en observe en Europe et aux États-Unis. Courtens utilise 7 espèces, Nordell 5 espèces, Agrilatina propose des mélanges de 32, 19 et 14 espèces. Sarrantonio présente plusieurs mélanges. Plusieurs espèces et régies d'engrais verts ont été expérimentées au Québec, en particulier par Jobin et Douville, et Cloutier, ainsi que par le chargé de projet, mais ces pratiques ne se sont pas généralisées.

Dans le but de diversifier les espèces utilisées, l'utilisation de mélanges semble une procédure facilement accessible. Examinons divers mélanges :

Mélanges engrais verts

Voici divers mélanges visant l'obtention d'une plus grande diversité dans la pratique des engrais verts.

Mélanges utilisés aux États-Unis au début du 20^e siècle (Pieters)

- 30-45 kg/ha seigle d'automne et 17 kg/ha de vesce velue ;
- 17 kg/ha vesce velue et 11 kg/ha trèfle rouge et 5.5 kg/ha de trèfle alsike ;
- 105 kg/ha avoine et 50 kg/ha pois ;

- 45 kg/ha blé et 28 kg/ha vesce velue.

Mélange Landsberger

- Vesce velue 20 %, trèfle incarnat 30 %, Ray-grass annuel 50 %

Ces trois plantes adaptées aux conditions hivernales européennes sont associées dans des proportions variables à des taux de semis de 50 à 75 kg/ha et récoltées en fourrage d'automne et de printemps ou laissées en engrais vert et couverture du sol. Ce mélange est utilisé depuis longtemps en Allemagne.

Mélanges du chargé de projet, années 80

- Seigle 80 kg/ha, pois 30 kg/ha ;
- Avoine 50 kg/ha, pois 30 kg/ha, féverole 50 kg/ha.

Mélanges publiés par Dominique Soltner

- Ray-grass annuel 10 kg/ha et trèfle rouge ou incarnat 15 kg/ha;
- Seigle 60-70 kg/ha et vesce velue 45-50 kg/ha ;
- Avoine 60-70 kg/ha et pois 100-120 kg/ha;
- Pois 45 kg/ha, vesce 45 kg/ha et féverole 90 kg/ha.

Mélange Basse Saxe

Un mélange composé de féverole 80 kg/ha, de lupin amer 20 kg/ha, de pois 20 kg/ha, de lupin de Perse 15 kg/ha, de trèfle d'Alexandrie 15 kg/ha, de ray-grass vivace hâtif 5 kg/ha, et de ray-grass vivace tardif 5 kg/ha. a été implanté en février et fauché 4 à 6 fois en précédant d'une culture de blé suivi de seigle ou de pomme de terre.

Le chargé de projet a déjà expérimenté un mélange de 12 espèces détruites par l'hiver avant une culture de maïs à la ferme du Centre de développement d'agrobiologie à Ste-Elizabeth-de-Warwick,

Mélange CDA 1993, 160 kg/ha composé d'avoine, de blé, de pois, de tournesol, de maïs, de phacélie, de lupin blanc, de soya, de haricot, de vesce commune, de vesce velue, et de trèfle incarnat.

Divers restes de semences ont été inclus dans le mélange qui a gelé par vagues.

Mélanges Agrilatina

Selon Pasquale Falzarano d'Agrilatina (communication personnelle), une ferme biodynamique de 230 ha dont 20 ha sous serres, les mélanges varient constamment selon la disponibilité et le coût des semences, mais aussi selon la saison d'implantation, le type de sol et sa fertilité.

Mélange complexe pour un cycle long (70 à 100 jours) en été ; composé des espèces suivantes dont le taux de semis est exprimé en kg/ha :

Roquette	1,5	Luzerne	5
Colza	5	Armoise	0,2
Moutarde	7,5	Camomille	0,2
Haricot	5	Fève (gourgane)	5
Ray-grass annuel	5	Lupin	5
Radis	5	Sorgho	5
Trèfles	5	Vesce	10
Ciboulette	0,2	Fenouil sauvage	1

Taux de semis du mélange : 65,6 kg/ha

Autre mélange Agrilatina composé des espèces suivantes dont le taux de semis est exprimé en kg/ha :

Roquette	1,5	Luzerne	5
Colza	5	Armoise	0,2
Moutarde	7,5	Camomille	0,2
Haricot	5	Fève (gourgane)	5
Ray-grass annuel	5	Lupin	5
Féverole	5	Sorgho	5
Sainfoin d'Espagne	2	Vesce	10
Ciboulette	0,2	Fenouil sauvage	1
Radis chinois	5	Trèfle incarnat	1
Trèfle persan	2	Trèfle d'Alexandrie	2
Lentilles	2	Valériane officinale	1

Taux de semis du mélange : 75,6 kg/ha

Parfois une 2^{ième} culture d'engrais verts suivant une 1^{ière} :

Voici un mélange typique dont le taux de semis est exprimé en kg/ha :

Vesce	17	Lupin	20
Moutarde	5	Ray-grass annuel	5
Tournesol	5		

Taux de semis du mélange : 52 kg/ha

Les semenciers Établissements P. Bernard de St-André-de-Corcy au Nord de Lyon ont proposé 3 mélanges inspirés de ceux d'Agrilatina »

Mélange d'été composé de 20 espèces, semé à 60-70 kg / ha.

Roquette 2,25%, luzerne 7,45%, colza 7,45%, artémise 0,3%, moutarde 5,95%, haricot 7,45%, Vigna 7,45%, ray-grass annuel 7,45%, lupin 7,45%, radis maritime, 7,45%, sorgho 7,45%, trèfle incarnat 1,5%, trèfle persan 3%, trèfle d'Alexandrie 3%, vesce 14,9%, ciboulette 0,3%, fenouil 1,5%, sainfoin 3%, lentille 3% et valériane 1,5 %

Mélange de printemps, 5 espèces, 50 kg/ha :

Vesce 33%, lupin 37%, moutarde 10%, ray-grass annuel 10% et tournesol 10%.

Mélange d'automne, 10 espèces, 100 kg/ha

Triticale 10%, avoine 10%, seigle 10%, colza 8%, pois 15%, vesce commune 15%, lentille 10%, vigna 5%, roquette 2% et valériane 2%

2.1.2 Approche méthodologique

A. Contexte général du projet :

Le Cégep de Victoriaville préparait en 2002, dans le cadre d'un renouveau de son programme de formation, la mise en place d'un petit maraîchage de formation pour ses élèves en horticulture légumière et fruitière à partir de 2003. Il travaillait en collaboration avec un maraîcher d'expérience provenant de la région de Napierville, Pierre Raymond, qui a établi une ferme maraîchère biologique, Les Jardins de Pierrot, à Victoriaville, à la croisée des routes 122 et 161. Cette ferme est entrée en production en 2003. Le marché visé était principalement une clientèle abonnée à une livraison hebdomadaire de paniers. Un marché local où les consommateurs deviennent partenaires de la ferme et reçoivent durant 20 semaines un panier contenant un éventail de légumes de champ et de serre, ainsi que quelques petits fruits.

Le Cégep a pris entente afin que les élèves du programme d'horticulture légumière et fruitière cultivent 1,2 ha de maraîchage varié sur la ferme. Les cultures pratiquées par le producteur et par les étudiants encadrés par des enseignants sont différentes. Ceci implique la mise en place de deux assolements et de deux systèmes de culture différents.

Monsieur Raymond envisageait une utilisation importante d'engrais verts. Des 14 hectares actuellement cultivables, une partie est utilisée pour des serres, des tunnels et des cultures fruitières vivaces, bleuets, framboisiers, hors rotation. Les sols sablonneux et mal drainés, en pâturage extensif depuis plus de 20 ans, étaient acidifiés et ont été mis en jachère à l'été 2001, puis chaulés et semés en seigle d'automne qui a été enfoui en fin de printemps 2002. Puis, des travaux de drainage, de préparation de sol, des chaulages et des apports de compost ont été effectués à l'été, suivis de semis d'engrais verts diversifiés en fin d'été pour préparer la mise en culture en 2003. Un bassin pour l'irrigation a été creusé en 2002 et un second en 2003. Les conditions difficiles du drainage dans un sol St-Samuel ont amené un système de culture sur planches élevées adopté par le cégep, préparées à l'aide d'une rotobutteuse, alors que l'agriculteur a utilisé, en majorité, un système de culture sur billons espacés d'un mètre. De plus,

monsieur Raymond a, à certaines occasions, utilisé des planches surélevées réalisées à l'aide d'une plancheuse dans certaines parcelles.

Les systèmes de culture ont été élaborés en fonction d'un marché mixte. Le principal marché des Jardins de Pierrot est celui de l'Agriculture soutenue par la communauté et le second, celui du gros et semis gros. En 2003, environ 130 familles de la région des Bois-Francs se sont abonnées à une livraison hebdomadaire d'un panier de fruits et légumes, et en 2004, la clientèle oscillait autour de 270. Cette forme de mise en marché développée en Hollande il y a une quarantaine d'années a d'abord été expérimentée au Québec par le chargé de projet au début des années 80, et a connu récemment un essor important. Un organisme partenaire du projet, Équiterre, a organisé la clientèle urbaine et coordonne un réseau regroupant une centaine de fermes québécoises et rejoignant 20 000 personnes.

La récolte de poireau devait être vendue au marché du gros. Il occupait 1 ha en 2002. Hélas, les promesses d'achat des grossistes n'ont pas été tenues. La culture occupe maintenant une petite surface. Les surplus de production et les fraises, devaient être commercialisés en semi-gros dans la région et en gros à Montréal ; les fraises devaient aussi se vendre en auto cueillette ; la température maussade a limité la demande et les superficies implantées en fraises ont été graduellement réduites.

Les fraises sont des vivaces. Leur régie diffère des cultures annuelles. Habituellement une nouvelle parcelle est implantée chaque année tandis qu'une vieille parcelle est détruite. En culture biologique, on ne conserve pas très longtemps les vieilles parcelles parce que les coûts de sarclage sont trop élevés. On récolte habituellement durant 2 ans. Entre temps, les parcelles seront cultivées en engrais verts vivaces.

Les autres cultures de petits fruits sont implantées pour une plus longue période. Elles sont considérées hors rotation. Des couvresols (plantes intercalaires) sont laissés en permanence entre les rangs. Les bleuets en corymbe furent le seul petit fruit implanté au printemps 2003.

Le contexte du marché et des cultures diffère entre les Jardins de Pierrot et le cégep. Ce dernier possède des serres où les élèves produisent des légumes biologiques hors saison durant leur formation en automne et en hiver. Une clientèle intéressée à des aliments cultivés biologiquement s'approvisionne au Cégep. Des efforts ont été exercés pour éviter la concurrence déloyale à l'endroit des producteurs maraîchers biologiques. En ce qui a trait au maraîchage d'été, environ les deux tiers des ventes de la production 2003 ont rejoint les paniers des Jardins de Pierrot, en 2004, cette proportion a été réduite à 18 % et en 2005 tout a été commercialisé dans d'autres circuits. Les finalités éducatives de la formation des élèves sont variées ; elles concernent non seulement l'aspect de la régie de sols et des cultures mais aussi, celui de la mise en marché. Les élèves doivent vivre une diversité d'expérience de vente pour assurer leur formation ; leur marché consiste en des supermarchés, des épiceries alternatives, des restaurants, de la vente dans les foires organisées à titre d'événements spéciaux, un kiosque au cégep, et chez un grossiste qui revend sur le marché de Montréal.

B. Rotations de cultures et intégration des engrais verts

Deux rotations de cultures devaient être implantées selon les principes enseignés par le chargé de projet dans ses cours de rotation des cultures et détaillés dans le document Rotation des cultures. Il est normal que des changements se produisent dans la planification de la rotation d'une ferme maraîchère car il faut ajuster la production à la demande des marchés. Ceci est d'autant plus vrai dans une ferme en démarrage dont le marché n'est pas encore établi. Le plan de rotation doit alors être monté de façon à allouer une certaine flexibilité au fur et à mesure de la préparation du plan de culture annuel.

Note : les modifications de parcours du plan de rotation seront présentées plus loin.

En résumé, les cultures sont placées après une culture qui leur offre les meilleures conditions de succès. C'est ainsi qu'on bâtit une rotation de cultures. On tient compte des critères suivants :

- les apports de fumier, de compost et leurs effets résiduels, les années suivantes où on place les cultures moins exigeantes;
- la décomposition des résidus de culture et des engrais verts;
- la couverture maximale du sol pour éviter l'érosion; le sol ne sera à nu que sur environ 15 % des surfaces après les récoltes tardives;
- le placement judicieux de légumineuses riches en azote avant les cultures exigeantes;
- l'abondance des racines, la profondeur du système racinaire et ses effets sur la structure de sol;
- la susceptibilité aux ravageurs et aux maladies;
- une diversification suffisante pour des raisons de biodiversité et éviter le retour trop rapide des mêmes cultures; par exemple le poireau occupe 3 parcelles séparées par au moins 4 autres cultures;
- la situation des mauvaises herbes; certaines cultures nettoyantes sont alternées avec les cultures salissantes;
- regroupement de cultures de même famille, crucifères, solanacées, chénopodiacées.

Il est possible que certains ajustements à la rotation aient lieu en cours de route car une certaine mise au point est souvent nécessaire avant de trouver les conditions optimales. Les besoins du marché influencent aussi la quantité des surfaces cultivées et appellent certaines modifications.

La mise en place d'une rotation des cultures s'appuie sur une série de considérations agronomiques mais reste un processus essentiellement empirique. Si un agriculteur décide de changer l'ordre des cultures dans sa rotation, ça peut nécessiter 2 ou 3 ans d'ajustements graduels, ou plus dans le cas de prairies de longue durée.

Afin de lire les tableaux décrivant les 2 assolements il faut comprendre que la rotation du maraîchage de formation se fera sur 10 parcelles voisines et que les cultures changent de place à tous les ans dans l'ordre décrit verticalement. C'est-à-dire que la parcelle de tête de rotation, le maïs sucré (année 1) suit la parcelle de dernière année en engrais vert toute l'année (année 10). L'année suivante les courges (année 2) seront cultivées sur le même terrain, suivies d'une plantation d'ail d'automne récoltée en 3^e année. Le schéma décrit donc à la fois une séquence dans le temps durant 10 ans et une rotation sur 10 parcelles voisines. Les 10 cultures ont donc lieu à tous les ans. Le maraîchage du Cégep est beaucoup plus intensif et comporte surtout des

engrais verts dérobés (la même année qu'une culture récoltée). 9 récoltes et 9 engrais verts ont lieu sur un total de 10 parcelles à tous les ans.

Le maraîchage de M. Raymond est installé sur 20 parcelles dont 11 comportent des cultures et 9 des engrais verts. Il est plus extensif et ressemble un peu plus aux modèles américains présentés par Courtens et Nordell. Une quinzaine d'engrais verts sont implantés sur 20 parcelles.

Pour bien lire les tableaux ci-dessous, il faut comprendre que les mois placés en haut de page sont superposés aux périodes d'implantation des cultures et des engrais verts placés en dessous.

Maraîchage de formation du Cégep : 10 parcelles de 0,2 ha

Année Culture et engrais vert

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1		Mais sucré semé avec engrais vert intercalaire ray grass et légumineuses				culture dérobé céréales + légumineuses	
2			Courge d'hiver, melon,				Ail d'automne
3	Ail			Phacélie, trèfle rouge, mélilot et vesce velue			
4		Trèfle rouge et mélilot		Crucifères d'automne + légumineuses en intercalaire			
5		Pois				Légumineuses et graminées, annuelles ou vivaces en mélange	
6 a		Épinard et betterave de printemps				Céréale et légumineuses vivaces	
6 b			Betterave et céleri-rave				
6 c		Engrais verts vivaces				Épinard d'automne	
7a		Laitue hâtive et pleine saison			Phacélie		
7b		Engrais verts vivaces			Laitue tardive		
8			Oignons plantés				Céréales, vesce commune et trèfle incarnat
9			Crucifères hâtives			Mélange complexe de vivaces et d'annuelles	
10							Année complète d'engrais vert avec broyage au champ ou récolte pour compost au besoin

Maraîchage de Pierre Raymond : 20 parcelles de 0,5 ha

Année	Avril	Mai	Culture et engrais vert	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1			Poireau d'automne					
2			Carottes d'été et d'automne				Avoine après récolte hâtive	
3			Sorgho et vesce velue broyés et laisser repousser					
4			Tomate et piment en plasticulture accompagnés de trèfle blanc nain en intercalaire					
5			Triticale, trèfle rouge, mélilot et dactyle					
6			Trèfle rouge, mélilot et dactyle broyés labour			Crucifères d'automne		
7			Poireau d'automne					
8			Avoine, pois, féverole et vesce velue à broyer et laisser repousser					
9.			Concombre, zucchini et courge d'été en plasticulture				Avoine	
10			Triticale, trèfle rouge, mélilot, fétuque élevée et dactyle					
11			Trèfle rouge, mélilot et dactyle broyés labour			Crucifères d'automne		
12			Poireau d'été					Triticale de printemps après récolte hâtive
13			Haricot				Seigle d'automne	
14			Pommes de terre hâtive et tardive				Céréales de printemps après récolte hâtive	
15			Sarrasin				Crucifères	
16			Implantation fraisières					
17			Fraises					
18			Fraises		jachère		implantation de vivaces diversifiées	
19			Prairie diversifiée récoltée pour compost ou paillis ou broyée					
20			Prairie diversifiée récoltée pour compost ou paillis ou broyée				Crucifères d'automne	

- **Espèces prévues :**

Avoine, seigle d'automne, seigle de printemps, triticales, sarrasin, sorgho, millet japonais, dactyle, fétuque élevée, brome inerme, ray-grass annuel, mélilot, trèfles rouge, blanc nain, incarnat, persan, d'Alexandrie, vesces velue et commune, pois, féverole, lupin, lentille, luzerne, lupuline, phacélie, radis fourrager, radis oléifère, moutarde blanche, moutarde orientale, colza, chicorée fourragère et tournesol.

On pourrait suspecter des risques de développement de maladies dus à la présence des diverses espèces potentiellement hôtes. Dans l'expérience du chargé de projet qui a déjà utilisé 38 espèces différentes en engrais vert, l'état sanitaire des cultures reste excellent dans l'ensemble. On pourrait aussi reprocher la surcharge de travail impliquée par une telle intensification. Les bénéfiques compensent amplement une telle augmentation de travail et permettent de libérer des ressources humaines pour effectuer les tâches supplémentaires; il suffit de bien planifier la disponibilité de personnel compétent pour réaliser les opérations. Des maraîchers américains ont démontré ce fait dans des systèmes de type semblable utilisant cependant moins d'espèces.

Il a souvent été constaté que l'utilisation des engrais verts réduit la pression des mauvaises herbes dans les systèmes de culture. Le projet nous a permis de vérifier les variations dans les populations de mauvaises herbes par des comptages au champ.

Les engrais verts de légumineuses vivaces broyées au champ sont toujours accompagnés d'une composante de graminées pour utiliser l'azote issu de la minéralisation, favoriser l'humification et réduire le lessivage.

Des choix d'espèces variables sont possibles à différentes étapes du cycle. Les plantes ont des effets stimulants sur la flore et la faune du sol durant leur croissance et durant leur décomposition qui suit leur enfouissement. Un grand éventail d'espèces s'établissant dans le sol résulte de la diversification des cultures, ceci comporte des avantages phytosanitaires. De plus, il y a amélioration de la biodiversité, non seulement dans le sol, mais aussi dans l'environnement aérien où la diversité des cultures contribue à l'équilibre écologique, au développement des populations d'auxiliaires et de pollinisateurs.

- **Éléments nécessaires à la réalisation du projet**

La méthodologie de transfert consiste à intégrer dans un ensemble de pratiques culturales toute une gamme d'engrais verts hautement diversifiés à tous les moments du cycle de production. Ceci permet l'établissement et la croissance de cultures complémentaires aux récoltes.

Les sols en place et les équipements de culture seront essentiels à la réalisation du projet. Un technicien a travaillé à appuyer le chargé de projet et l'agriculteur dans la réalisation des implantations, des entretiens et des enfouissements ainsi que dans les diverses prises de données. Les étudiants, dont le travail n'a pas été chiffré, interviennent. Aussi, à

l'occasion, en plus de pouvoir observer au jour le jour le comportement des deux systèmes. Cependant, comme l'aspect scientifique ne fait pas partie de leur formation d'agriculteur (Programme Gestion et exploitation d'entreprise agricole), ils ne participèrent pas à la prise des mesures qui furent effectuées par le technicien.

Les équipements disponibles pour la réalisation du projet sont les 8 tracteurs du Cégep et de l'agriculteur.

93 opérations mécanisées, concernant la préparation de sol, le semis, le récolte, le broyage et l'enfouissement étaient prévues chaque année sur les engrais verts en 2003 et 2004 et 66, en 2002. Donc, au total, 252 opérations étaient prévues. La durée moyenne des interventions a été établie à 2h. Les puissances des tracteurs varient de 110 HP à 35 HP.

Les machineries suivantes furent utilisées avec les tracteurs.

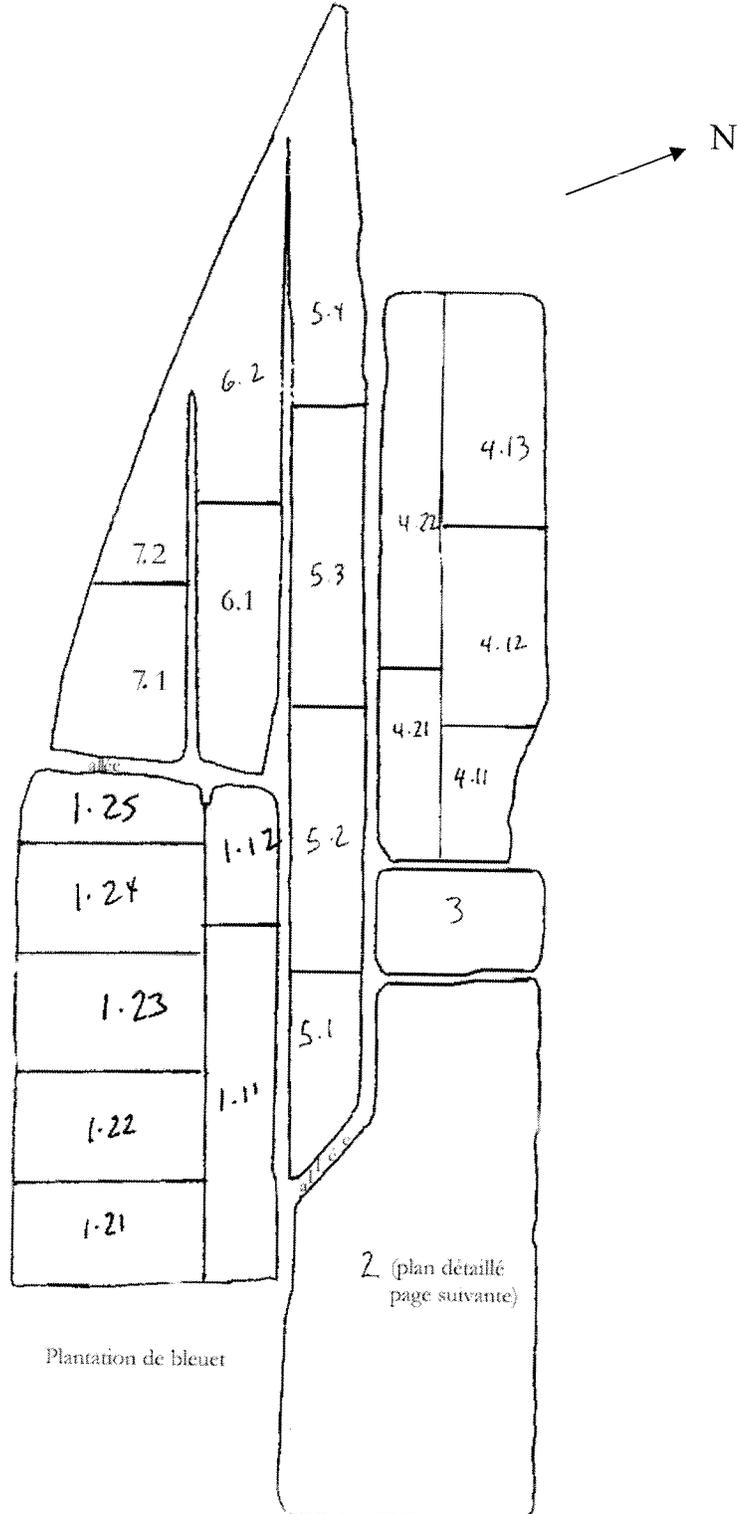
- Travail de sol: charrue, sous-soleuse, chisel, charrue modifiée, herse à disques, cultivateur lourd, vibroculteur, rotobutteuse.
- Semoirs : Un vieux semoir à céréales fut utilisé pour les semis.
- Divers sarcloirs ainsi qu'une débroussailleuse furent utilisés.

Les semences proviendront de sources diverses. Consulter, en annexe, la liste des commanditaires. Certaines semences non commanditées furent achetées.

2.2 Réalisation du projet et résultats obtenus

2.2.1 Plan de ferme

Voici un croquis des parcelles des Jardins de Pierrot.



2.2.2 Description détaillée du déroulement en 2002

1. Travaux préliminaires à l'implantation des engrais verts

Le projet se déroule sur des champs occupés par des pacages vieux d'une vingtaine d'années. Les populations de chiendent et de chardon de champs recouvraient une grande proportion des superficies. À l'été 2001, un labour a été fait. Il fut suivi d'une longue jachère pratiquée avec une herse à disques. Un chaulage avait été effectué au taux de 4 tonnes/ha, en septembre 2001. Un semis de seigle d'automne au taux de 150 kg/ha a été réalisé le 15 septembre. Durant l'automne, on observait un excellent établissement de la culture.

À la fin de l'hiver, le seigle couvrait bien toutes les surfaces. Cependant, le printemps 2002 a été exceptionnellement pluvieux et le seigle s'est avéré, fonction peu connue des engrais verts, un indicateur d'une précision impeccable pour identifier tous les sols ayant des problèmes de structure et de drainage. Le seigle s'est comporté d'excellente façon sur environ 70 % de la superficie : il a démontré une croissance normale, uniforme et il a épié sur des tiges dépassant 1,50 m de hauteur. D'autre part, des problèmes de croissance ont été notés sur les autres 30 % des parcelles. Certains plants sont morts sur pied même s'ils présentaient une bonne vigueur après la période hivernale. Après les fortes pluies du printemps, certains plants sont morts en mai, en période de développement accéléré de la culture. Cet état de fait, regrettable dans le cas d'une culture de céréale d'automne, a permis d'identifier toutes les parcelles les plus à risques pour la culture des fruits et légumes. On a décidé de les mettre de côté pour le démarrage de la nouvelle ferme. Ils ne seraient cultivés qu'après y avoir effectué des travaux de drainage, notamment l'ajout d'une rigole non prévue, le remplissage de certaines rigoles existantes et le nivellement de certaines parcelles particulièrement mal conformées. Des travaux d'amélioration de sols sont en cours et certaines de ces pièces ne seront en culture qu'en 2008. Entre temps les parcelles ayant porté les plus beaux seigles ont été désignées pour débiter la production. Cela s'est avéré un bon choix, malgré les conditions climatiques difficiles des années 2003 et 2004.

Les parcelles les moins belles étaient situées dans la pièce 1, la première partie de la pièce 7, les deux bouts de la pièce 5 et la section de la pièce 2 où le creusage d'un étang était prévu. Les pièces 4, 6, le centre de la 5, la pièce 3 et les parties les plus hautes de la pièce 1 (sable St-Jude) comptaient les plus belles populations de seigle.

Il avait été prévu de détruire le seigle, tôt en saison. Cependant les pluies tardives du printemps, ont empêché l'entrée dans les parcelles avant que les tiges atteignent 1,20 à 1,50 m de hauteur. Le stade de la culture était trop avancé. On a donc décidé de le détruire vers le 10 juin à l'aide d'une débroussailleuse rotative John Deere de 1,5 m de large, même si le sol était encore un peu humide. Sous les pneus de tracteur, une partie du seigle était couchée et mal broyée. Lorsque les sols furent suffisamment secs, des opérations de creusage de fossé, de nivellement et de drainage étaient prévues. Vers le 20 juin, tous les fossés qui n'avaient pas été entretenus depuis une génération, ont été nettoyés, approfondis jusqu'à 90 cm par endroit et le sol laissé en bordure des champs. L'opérateur a tenté de placer le sol dans des endroits où l'apport pouvait aider à corriger le niveau du profil de surface. Les conditions très humides du printemps ont retardé le

travail des entrepreneurs en nivellement et en drainage. Comme les entrepreneurs en drainage souterrain avaient demandé qu'on n'effectue pas de travail du sol avant leur passage, le seigle avait atteint sa maturité dans certaines zones.

Entre le 24 juin et le premier juillet, un bulldozer a effectué, des travaux de nivellement. La terre provenant des fonds de fossés a été étendue dans les champs, ce qui a corrigé la conformations des surfaces dans diverses pièces ; la ferme avait été labourée « à l'endos » dans une pratique visant à aménager les surfaces en planches rondes. Une rigole a été creusée dans la pièce 1. Du sol sableux provenant d'un important fossé de ligne en bordure de la route 122 a été déplacé du bord de la pièce 7 vers une dépression au bout de la pièce 5. La pièce 4 a fait l'objet de travaux importants visant à enfouir une rigole et à en creuser une autre.

Sur la pièce 2, louée par le cégep de Victoriaville, le sol organique occupant le terrain prévu pour le creusage d'un étang, a été déplacé. De plus, dans cette pièce, d'importants travaux de nivellement ont été effectués ; le sol de surface a été repoussé sur les bords des pièces et 3 des 5 rigoles ont été enfouies. Malheureusement une pluie relativement abondante est survenue lors de l'exécution des travaux. Sans attendre que les sols soient ressuyés, les travaux furent poursuivis. Ils ont causé les dommages attendus lorsqu'on travaille un sol dans des conditions trop humides. De plus, les sous-sols et les sols entassés sur le haut de la pièce ont été utilisés pour remplir les rigoles. Cette terre contenait, entre autre, du chiendent qui n'avait pas été soumis à la jachère. Le fait de mélanger une biomasse importante de seigle à des sols mouillés a entraîné la formation d'un milieu compact. Une fermentation malsaine dégageait à la grandeur du champ une odeur très désagréable comparable à celle d'un ensilage manqué. Tous les vers de terre sont morts.

Pendant ce temps des composts ont été préparés en mélangeant environ 70 % de fumier de dindes et 30 % de fumier de bovins. En ce qui a trait aux composts prévus pour fertiliser la pièce 2, louée au cégep, ils ont été enrichis de paille, de feuilles précompostées et de déchets d'ensilage manqué.

Les travaux de drainage souterrain ont été effectués les 11 et 12 juillet. En résumé, un premier drain latéral a été enfoui à 5 m des fossés et des rigoles. D'autres latéraux ont été placés à environ à tous le 11 mètres dans toutes les pièces de la ferme, sauf sur celle où les bleuets en corymbe avaient été plantés au printemps.

Les disques ont été passés le 11 juillet après la pose des drains, d'abord sur les levées de fossés où on retrouvait des matériaux grossiers, des systèmes racinaires de plantes aquatiques telles des cypéracées, et des plants de seigle ayant survécu au nivellement et dont les graines arrivaient à maturité. Ces plants lignifiés n'étaient pas destructibles par la herse à disques; une herse à disques « offset » aurait été nécessaire pour supprimer ces plants coriaces.

Le 11 juillet, un premier passage de chisel à pattes d'oies de 40 cm de largeur a été effectué dans la pièce 2 pour tenter d'oxygéner le milieu anaérobie développé par le

nivellement fait en conditions trop humides. Dans les jours suivants, le chisel a été passé partout, suivi d'un sous-solage aux 1,5 m. Malheureusement, la sous-soleuse n'était pas équipée d'ailettes et ne brisait qu'une étroite section d'environ 40 à 50 cm de large. Le passage de chisel visait à ramener en surface la tourbe, peu décomposée, de la vieille prairie labourée en 2001, les racines de vivaces ayant survécu à la jachère de 2001 ainsi que les racines de vivaces étendues dans la pièce 2 par le bulldozer.

Un deuxième chaulage a été effectué en cours de saison à des taux variant de 1,6 à 2 tonnes/ha.

Par la suite, un vibroculteur a été passé en conditions très chaudes. Cette opération visait à poursuivre la jachère et à niveler les champs.

Un passage de chisel à pointes minces a ensuite été effectué, en profondeur, à partir du 20 juillet.

Le transport de compost a été fait le 22 juillet et les épandages du 24 au 26 à l'aide d'un épandeur européen de marque Kirschner équipé de 2 batteurs et de 2 disques d'épandage. Cet appareil est particulièrement bien adapté à l'épandage du compost et du fumier sec, de volailles. L'épandeur travaillait bien mais il s'est avéré difficile à calibrer : les doses de compost variaient passablement d'un côté à l'autre de l'épandeur et le vent emportait le compost dont la densité est plus faible que celle de fumier humide. La solution fut de croiser légèrement les passages. L'épandeur couvrait environ 9 m de largeur et le tracteur fut passé à tous les 7,20 m pour obtenir une couverture de compost d'une uniformité acceptable. Nous avons appris par la suite que le problème était dû au fait que la prise de force aurait dû fonctionner à 1000 rpm plutôt qu'à 540. L'épandeur était commandité par le Garage Wendel Mathis de St-Sylvère. Les doses appliquées variaient : soit 15, 25 ou 30 t/ha.

Les derniers passages de chisel ont été effectués sur les pièces 1, 3, 6 et 7, le 27 juillet. Comme il y avait des débris relativement grossiers laissés par les sols des levées de fossés, en de nombreux endroits, il fut impossible de terminer la préparation à l'aide d'un vibroculteur. La herse à disques a été utilisée pour la préparation des lits de semences.

2. Implantation des mélanges en 2002

Au début de chaque type de mélanges, nous présentons le tableau des résultats des diverses pièces échantillonnées. En 2002, nous n'avons que les résultats en matière humide, donc, nous ne pouvons indiquer les quantités de N, P et K contenues dans les différents mélanges.

Mélanges à base de crucifères

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement
				t/ha
				humide
Crucifères				
Av 30- Trt 30- Raf 8	9 août	oct 2002	2.14	18,6
Av 60- Vv 15- Raf 8	28 juillet	oct 2002	5.3	29,4
Av 80- Tri 3-Vv 10- P 20- F20- Raf 3	2 août	oct 2002	6.1	26,5
Vv 20-Raf 8	2 août	oct 2002	6.2	37,3

Parcelle : 1.21

La première implantation d'engrais vert fut faite sur la pièce 1.21 immédiatement après un passage de herbes à disques, le 28 juillet. Le mélange de radis, moutarde et trèfle incarnat étant difficile à calibrer avec le semoir Mc Cormick, le semis a été fait à la volée avec un semoir manuel Cyclone. Un passage de rouleaux permet un meilleur contact des graines au sol. Deux bonnes pluies ont suivi le semis et la levée fut rapide. Les conditions venteuses, lors du semis, ont entraîné la réduction de la couverture d'environ 5%, en conséquence, un deuxième semis manuel a été effectué 15 jours plus tard, sans roulage, pour couvrir les espaces dénudés.

Le comportement des crucifères a été excellent, le feuillage plus étalé du radis complète bien la croissance plutôt érigée de la moutarde. La pièce était très propre. En fait, les crucifères ont dominé le trèfle incarnat de façon telle que celui-ci a eu une croissance acceptable, seulement à quelques endroits dans le champ. La combinaison avec une crucifère n'était pas un grand succès, surtout en considérant qu'il en coûte près de 40\$/ha pour les semences.

Culture en 2003 : Plantation de fraisier

Parcelle : 6.2

Un mélange de 8 kg/ha de radis fourrager et de 20 kg/ha de vesce velue a été semé à la volée le 2 août, à l'aide d'un semoir manuel Cyclone. Le semis a ensuite été roulé. Comme toujours, dans le cas des semis manuels, quelques sections du champ furent mal couvertes et ressemées à la main quelques jours après la levée des plantes. Les deux

espèces ont très bien démarré au départ et des importantes germination et levée de chardon des champs furent observées environ 3 semaines, plus tard.

Cependant, dans les zones où le radis couvrait bien le champ, il a quasi complètement étouffé la vesce velue qui n'arrivait pas à suivre la cadence. Il est possible que, si les conditions avaient été moins favorables au radis, la vesce se soit mieux comportée. Les conditions de croissance de l'année n'ont pas permis la réussite de cette combinaison. La croissance du radis a complètement étouffé le chardon qui n'a pas réussi à s'implanter. Le rendement de 37,3 tonnes/hectare de biomasse humide a été le plus élevé de l'année 2002.

Le poireau d'été de 2003 était très beau jusqu'à l'arrivée des pluies abondantes qui en ont gravement affecté la qualité.

Parcelle : 5.3

Le mélange de radis fourrager 8 kg/ha, d'avoine 60 kg/ha et de vesce velue 15 kg/ha semé le premier août s'est très bien comporté. Les graines ont été semées à l'aide de la boîte à grosses semences du semoir Mac Cormick. La proportion entre les espèces était plus équilibrée ; la fertilisation de 25 t/ha de compost en prévision d'un poireau a stimulé la croissance et la biomasse fraîche de 29,4 t/ha place la parcelle au second rang. Le plan de culture fut changé en 2003 et la pièce fut en pommes de terre et donna de bons rendements.

Parcelle : 2.14

Semé le 9 août, le radis fourrager à un taux de 8 kg/ha complétait 30 kg/ha d'avoine et 30 kg/ha de triticale de printemps. Les céréales se sont bien comportées mais le radis était pâle et semblait souffrir de la compétition avec les céréales. Le rendement frais de 18.6 t/ha est fortement inférieur à tous les mélanges comportant des crucifères.

L'année suivante la pièce fut longue à sécher (sol Saint-Samuel minéral) et les premières implantations de pois furent déplacées plus haut vers le sol Saint-Jude, plus sec. Les pois dans la parcelle 2.14 ont mal rendu et la cause semble être le mauvais comportement du sol, lors des pluies abondantes de l'été. Le précédent d'engrais vert a-t-il nui au pois ? La réponse n'est pas évidente. Pourtant des mélanges semblables réalisés à la ferme du Centre de développement d'agrobiologie entre 1990 et 1994 s'étaient bien comportés.

Parcelle : 6.1

Une faible composante de radis fut ajoutée à un mélange céréales-légumineuses dans la pièce qui sera décrite plus loin.

Parcelles non cultivées en 2003

1.11, 1.12, 1.22, 1.23, 1.24, 3, 5.1, 5.2, 7.1, 7.2

Sur toutes ces pièces dont la mise en culture avait été repoussée, certaines avaient démontré des problèmes de mauvais drainage et un mauvais comportement du seigle. Par contre les parcelles 3, 5.2, 1.22, 1.23, 1.24 démontraient un relativement bon potentiel de rendement. Il fut décidé de reporter le sous-solage, la fertilisation et une préparation plus élaborée à la saison 2003.

couverture	# parcelle	rendement
		t/ha (base humide)
	1,11	11,95

Toutes ces pièces ont donc porté le même engrais vert, un mélange de 100 kg/ha d'avoine, 20 kg/ha de féverole et 20 kg/ha de vesce, semé le 4 août. Dans l'ensemble les engrais verts se sont bien comportés. Dans quelques endroits de ces parcelles, la croissance a été moindre. Ceci fut particulièrement observé dans certaines sections des parcelles 1.11, 1.21, 7.1 et dans diverses cuvettes dispersés ici et là. Le rendement en biomasse fraîche de la parcelle 1.11 a été mesuré et s'avère moindre que celui de la majorité des autres mélanges. La biomasse fraîche était de 11.95 t/ha comparée à une biomasse moyenne de 19.19 t/ha pour l'ensemble des 15 échantillons. Dans ces pièces, on ne peut pas blâmer le mélange mais plutôt la basse fertilité et l'absence de fertilisation avec le compost.

Mélanges comportant de la phacélie

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement
				t/ha
				humide
Phacélie				
Ph 7	9 août	oct 2002	2.12	22,6

Parcelle no 2.12

La phacélie semée pure le 9 août 2002 a mal couvert le sol, cependant la pression des mauvaises herbes dans les zones dégagées était nulle. Le sol est resté nu. D'autre part, les sections du champ où la couverture était bonne, présentaient une très belle population et de beaux plants, les plus beaux de tous les essais de phacélie du projet, avec une bonne couverture du sol et des systèmes racinaires bien développés. Le rendement de 22,6 tonnes/ha sur une base humide était supérieur à la moyenne et supérieur à presque tous

les mélanges céréale-légumineuses. La mauvaise couverture était due au mauvais semis fait avec un semoir manuel Cyclone. Les oignons, en 2003, ont très bien rendu.

Normalement la phacélie fleurit environ six semaines après le semis. Des implantations de fin de saison entre 1981 et 1985 avaient donné de bonnes floraisons. Durant le projet, un seul semis a fleuri convenablement.

Parcelle no 4.22

Un mélange de seigle d'automne (90 kg/ha) et de phacélie (2 kg/ha), semé le 2 août, a été évalué en 2002. La phacélie émergeait péniblement au travers du seigle. Les chevreuils ont abondamment brouté cette pièce située à l'arrière de la ferme ; ils ne mangeaient que le seigle. La pièce était à peu près totalement exempte de mauvaises herbes sauf un peu de chardon des champs qui est bien implanté dans le fossé et le chemin voisin.

La biomasse fraîche de 9,4 t/ha représente la moitié du rendement moyen des divers mélanges de 2002. Elle se rapproche des autres rendements de seigle d'automne semé tôt. L'ajout de phacélie en petite quantité dans un mélange à base de seigle d'automne semble peu intéressant.

En 2003 les prévisions de cultures furent modifiées. Le haricot donna de bons rendements et une partie de la pièce fut implantée en carottes avec un rendement convenable.

Mélanges à base de seigle d'automne

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement
				t/ha
				humide
Seigle automne				
Sau 100 - Vv 30	2 août	2002	4.12	16,1
Sau 90- Ph 2	2 août	2002	4.22	9,7

Voir ci-dessus, la description de la pièce 4.22

Parcelle no 4.12

Un mélange à base de seigle d'automne (100 kg/ha) et de vesce velue (30 kg/ha) a été implanté dans cette pièce le 2 août. La vesce poussait bien, malgré la présence de la famille de chevreuils. Le rendement fut de 65 % supérieur à celui de la pièce voisine, la 4.22. Le champ est demeuré très propre et la croissance des pommes de terre en 2003 a donné, selon les cultivars, des rendements allant de bons à excellents.

Mélanges comportant des plantes fourragères vivaces

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement
				t/ha
				humide
Légumineuses/céréales				
Trt 80-Tri 8- P 10	9 août	oct 2002	2.15	16,6
Av 30- Trt 30- Tri 6- P 20- F 20	5 août	oct 2002	2.22+2.23+ 2.24 + 2.13	17,3
Trt 80-Tri 8- P 10	9 août	oct 2002	2.32	18,1
Trt 80-Vv 20- P 20- F 20	2 août	oct 2002	4.11 +4.21	19,3
Av 80- Vv 20 -P20 -F 20	2 août	oct 2002	4.13	14,8
Av 80 -Tri 3- Vv 20	28 juillet	oct 2002	5.4	14,8

Généralement, des mélanges comportant de vivaces, ray-grass et autres graminées, trèfles, ou une bisannuelle comme le mélilot, sont intéressants en prévision de cultures implantées tardivement comme des crucifères d'automne, des laitues, des épinards d'automne. On obtient une couverture de sol hivernale et une repousse parfois appréciable le printemps suivant. Ces mélanges doivent, par contre, être détruits par labour alors qu'en culture conventionnelle, on peut utiliser des herbicides. Les cultures doivent tolérer un enfouissement de plantes vertes juste avant l'implantation. Dans ce cas, le problème de la préparation des sols doit être évalué.

Parcelle no 2.25

Avant la mise en culture de crucifères implantées à partir de la mi-juin 2003, un mélange comprenant 60 kg/ha d'avoine comme plante abri, 8 kg/ha de ray-grass annuel, 5 kg/ha de trèfle incarnat et 10 kg/ha de trèfle rouge a été semé le 9 août. Le ray-grass annuel est une excellente graminée à utiliser en engrais vert si le sol est suffisamment riche en azote car son système racinaire puissant structure le sol et y répartit très bien les matières organiques. Malheureusement, il repousse souvent la deuxième année et ceci pose problème lorsqu'on l'utilise en culture biologique, car il faut le détruire. Le labour est une bonne technique si la reprise est importante. Le chargé de projet tentait de comprendre ce phénomène embêtant depuis longtemps. Serait-ce dû au fait que l'engrais vert n'épie pas et n'arrive pas à la fin de son cycle ? En fait le ray-grass annuel, dit italien en Europe, est une bisannuelle développée en Italie pour les fourrages d'hiver. Ceci explique la repousse, l'année suivante. Il existe un type véritablement annuel, dit Westerwold, qui ne donnerait normalement pas de repousse. La biomasse aérienne était relativement modérée à l'automne, 14,9 t/ha. Par contre la repousse avant labour en juin 2003 fut bonne, mais le ratio trèfle rouge/ray-grass favorisait nettement le trèfle. Dans l'ensemble, les crucifères en 2003 se sont bien comportées malgré un choc important lors de la transplantation (canicule à la transplantation alors qu'on annonçait 3 jours de pluie.) Il faut noter que le

radis noir a souffert d'un excès de fertilité et il a produit des racines creuses, le rutabaga a été affecté par la mouche du chou et 95 % des plants de brocoli ont été broutés par les chevreuils.

Parcelle no 2.15

Pour vérifier l'impact sur des épinards d'automne en 2003, un mélange à base de vivaces et d'une bisannuelle a été implanté le 5 août en bordure sud ouest de la pièce 2.15. La conception de la rotation permettait d'implanter des engrais verts vivaces sur le retour d'une partie des pois dont la récolte se termine assez tôt. On peut donc laisser repousser ces engrais verts contenant des légumineuses et permettant une fixation de N, donc une diminution de la fertilisation avant l'épinard d'automne exigeant en N. La composante graminée était un mélange dactyle (1 kg/ha) brome des prés (6,5 kg/ha) et fétuque élevée (3 kg/ha) de la compagnie Pickseed complété par du trèfle rouge (5 kg/ha) et de la vesce velue (10 kg/ha). 80 kg/ha d'avoine servaient de plante abri. En 2003, le mélange a été détruit directement par la rotobutteuse, sans labour. Cette méthode permettait d'observer le comportement des vivaces. Elles furent relativement bien détruites, sauf quelques repousses de brome des prés.

Parcelle no 2.32

Le même mélange que dans la pièce 2.15 a été établi, le 5 août en bordure sud-ouest de la pièce 2.32. L'hypothèse à vérifier était la faisabilité d'enfouir un mélange de vivaces et de vesce velue semé après les récoltes hâtives de betteraves et d'épinards, avant l'implantation de laitue d'automne. L'établissement fut bien réussi et la repousse de l'engrais vert fut très bonne en 2003, cependant le passage répété d'un camion en a détruit une partie. Après un labour et un passage de la rotobutteuse, des laitues furent implantées. Elles affichaient une excellente croissance avant d'être malheureusement broutées, presque en totalité par les chevreuils. Ici et là, on observait quelques repousses de brome des prés dont les rhizomes n'avaient pas tous été détruits par le travail du sol.

Enherbement aire de compostage

Parcelles no 2.11, 2.21, 2.31

Ces trois pièces sont les plus hautes et les mieux drainées de la ferme. Afin de les utiliser dans un cycle de 3 ans pour la fabrication et l'entreposage du compost, elles ont été enherbées avec des vivaces, le mélange brome des prés (6,5kg/ha) - dactyle (1 kg/ha) - fétuque élevée (3 kg/ha) de Pickseed, complété par le trèfle rouge Tempus dont la persistance à long terme ne pouvait être validée par les essais de cycle court. Voici une description de ce cultivar tirée du site web pickseed.com :

« C'est une variété tétraploïde moyenne qui a été développée dans la République tchèque. TEMPUS possède une persistance hors pair - il produit des rendements supérieurs dans sa troisième année - quelque chose qui est rarement vu, lorsqu'on parle de trèfle rouge. TEMPUS a d'abord été testé en Amérique du Nord, plus précisément au Canada Atlantique où sa persistance a attiré l'attention des

chercheurs. TEMPUS a produit d'excellents résultats dans les essais au Québec, où il est recommandé. »

L'implantation fut excellente, malgré le fait que les parcelles ne furent pas fertilisées, mais seulement chaulées. Le maintien de l'enherbement est très persistant. Le trèfle rouge était encore bien présent en 2004 alors que le foin fauché fut utilisé pour la fabrication de compost. On trouve encore des traces de ce trèfle en 2006.

À l'origine, le plan de rotation prévoyait une culture de citrouilles en rotation mais les aléas des dates de compostage et de libération de l'aire ont amené l'élimination de ce projet. Il fut décidé d'enherber après la fin des épandages.

Allées

Tout le plan d'aménagement de la ferme est conçu de façon à placer les allées sur le pourtour de chaque parcelle. Le talus et les allées sont enherbés. Ils peuvent être fauchés. De cette façon, une bande non cultivée de 4 à 5 mètres borde les rigoles et les cours d'eau. Il faut dire que le sable Saint-Samuel est très sensible à l'érosion hydrique, lors des pluies abondantes mais de faible durée. Un mélange Pickseed contenant du ray-grass vivace 3 kg/ha, du trèfle blanc 5 kg/ha, du brome des prés (6,5kg/ha), du dactyle (1 kg/ha) et de la fétuque élevée (3 kg/ha) a permis une excellente colonisation des chemins et talus et il contribue à la rétention des sols et à la stabilisation des berges.

Mélanges de céréales de printemps et légumineuses annuelles et bisannuelle

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement
				t/ha
				humide
Vivaces				
Av 60- Ran 8- Trr 10- Tri 5	9 août	oct 2002	2.25	14,9

Après les visites effectuées aux Jardins du Temple, en Savoie à l'été 2002, il fut décidé de se concentrer sur le choix d'espèces relativement faciles à implanter, particulièrement en deuxième partie de saison. Cette préoccupation visait à faciliter l'intégration de la pratique des engrais verts, très importante sur les fermes maraichères. Il est primordial que ces fermes adoptent une méthode systématique d'implantation de cultures dérobées après un déchaumage rapide des parcelles dont les récoltes sont terminées. Les conditions estivales sont imprévisibles et les espèces les plus délicates ainsi que celles dont les graines de faibles dimensions sont semées superficiellement sont plus à risque de souffrir de mauvaises conditions de démarrage. Malgré que, l'automne 2002 a été relativement sec, durant les 3 années du projet, des pluies sont tombées à des moments stratégiques et pratiquement toutes les implantations ont bien réussi. Cependant, en conditions moins sèches, des céréales et des légumineuses ayant des semences plus grosses ont des réserves plus importantes pour démarrer rapidement et peuvent être enfouies plus profondément

ce qui permet de les placer à des endroits où l'assèchement du sol est moins risqué. Par contre l'implantation de légumineuses pures présente certains risques ; en particulier la vesce velue et le trèfle incarnat. Il a été décidé de travailler sur un éventail de variantes combinant diverses légumineuses annuelles ou bisannuelles à des céréales de printemps.

Sauf la vesce velue, ces espèces meurent en hiver, ce qui en simplifie leur destruction. En fait, le trèfle incarnat est une annuelle d'hiver dans des climats plus cléments et on a toujours observé un faible redémarrage printanier de quelques plants ayant survécu à l'hiver. La vesce velue peut démarrer, au moins partiellement, au printemps.

Un essai prévu était de tenter des implantations printanières sans travail de sol sur des engrais verts détruits par le gel. Le comportement des sols froids, humides et non asséchants au printemps nous a amené à soustraire ce projet. Il aurait pu être mené à bien sous des conditions plus sèches au printemps.

Parcelles no 2.15 et 2.32

Sur ces pièces, on a semé, le 9 août, 80 kg/ha de triticale de printemps, 8 kg/ha de trèfle incarnat et 20 kg/ha de pois. Les biomasses furent près de la moyenne. La couverture de sol fut excellente et la croissance, vigoureuse. Le pois fleurit abondamment, ce qui n'est pas le cas du trèfle incarnat. Le triticale commençait à épier lorsque le gel en a arrêté la croissance.

En 2003, le comportement des chénopodiacées sur la parcelle 2.15 et des laitues sur la parcelle 2.32 fut excellent jusqu'à l'arrivée des chevreuils.

Parcelles no 2.22, 2.23, 2.24 et 2.13

Ces pièces devaient porter en 2003, dans l'ordre : cucurbitacées, maïs sucré, engrais vert et crucifères hâtives. Parce que la 2.13 était trop humide, le plan de culture a été modifié. Les crucifères hâtives furent déplacées vers le 2.22, un sable St-Jude et les cucurbitacées vers le 2.13, un sable St-Samuel.

Ces quatre parcelles ont porté le même mélange semé le 5 août : Avoine 30 kg/ha et triticale de printemps 30 kg/ha, 6 kg/ha de trèfle incarnat, 20 kg/ha de pois et 20 kg/ha de féverole. Les pièces furent échantillonnées en combiné pour un rendement moyen de 17,3 tonnes/ha, base humide assez typique de ces types de mélanges.

La vesce commune était une composante prévue des mélanges de céréales et de légumineuses. Cependant, les semences n'étant pas disponibles sur le marché québécois, on a modifié les mélanges.

Parcelle no 6.1

Une faible composante de radis fourrager (3 kg/ha) fut ajoutée à un mélange de céréales et de légumineuses semé le 2 août dans cette pièce. 80 kg/ha d'avoine, 3 kg/ha de trèfle incarnat, 10 kg/ha de vesce velue, 20 kg/ha de pois et 20 kg/ha de féverole. La couverture du sol fut excellente mais le trèfle incarnat fut dominé par la croissance vigoureuse des autres espèces. Comparé à la pièce 6.2, le taux de semis plus faible du radis a permis un

bon développement des légumineuses. Le rendement de 26,5 t/ha est supérieur à la moyenne des mélanges céréales-légumineuses; il se rapproche des mélanges réussis contenant des crucifères.

Après la mise en culture en 2003 de la parcelle 6.1, riche en terre noire, on s'est aperçu que la dynamique de minéralisation de l'azote y est particulièrement active. Les solanacées, en 2003 furent excessivement vigoureuses et donnèrent de bons rendements mais la cueillette fut très difficile à cause de la taille des plants de tomates et de cerises de terre qui atteignait 1,5 m. Cette dynamique de l'azote fut confirmée par les excellents rendements de crucifères ; laitues, chénopodiacées, en 2004 ; ceci après avoir réduit les doses d'application de compost.

Parcelle no 5.4

La pièce 5.4 portait un mélange de 80 kg/ha d'avoine, de 3 kg/ha de trèfle incarnat et de 20 kg/ha de vesce velue, semé le premier août. Le rapport entre les espèces était équilibré et le trèfle incarnat relativement présent pour un taux de semis assez faible. La biomasse totale fut assez faible, 14,8 t/ha mais les poireaux eurent un rendement relativement bon en 2003. Pierrot avait décidé d'inclure des oignons dans la même parcelle fertilisée en prévision de poireaux. Les oignons connurent un retard de maturité attribuable probablement à l'excès d'azote combiné à des conditions climatiques favorables à une maturité plus tardive. Les oignons du cégep sur retour de radis-céréales sont parvenus plus facilement à maturité selon le nombre de jours prévus, sauf dans le cas d'un cultivar trop tardif, implanté par erreur.

Parcelles no 4.11, 4.21

Ces deux parcelles sont combinées pour former une unité de 0,5 ha dans la rotation. Elles étaient en carottes en 2003. L'apport de compost était plus modéré car des carottes en culture biologique reçoivent des apports de compost moindres, sinon aucun apport dans des sols fertiles. Le rendement du mélange triticales 80 kg/ha, vesce velue 20 kg/ha, pois 20 kg/ha et féverole 20 kg/ha semé le 2 août fut très bon. Il se classe dans la moyenne de tous les essais à 19,3 t/ha, mais il est supérieur aux autres mélanges céréales-légumineuses.

Les carottes implantées à 1m entre les rangs doubles, donnèrent un rendement convenable pour une densité/ha relativement faible.

Parcelle no 4.13

Cette pièce reçut 30 tonnes/ha de compost en prévision de cultures de cucurbitacées, des plantes particulièrement exigeantes. Semés le 2 août, 80 kg/ha d'avoine en plante abri, étaient accompagnés de 20 kg/ha de vesce velue, 20 kg/ha de pois et 20 kg/ha de féverole.

Le comportement en fin d'automne était un sujet d'observation particulièrement attendu. Le gel et la neige hâtive au tout début de novembre avant notre journée de démonstration ont arrêté le développement des engrais verts. La croissance tardive des légumineuses observée lors d'années plus clémentes ne s'est pas manifestée en 2002.

Nous avons fait des prévisions d'enfouissement par chisel et par labour pour certaines pièces en culture de primeurs dans le champ du cégep et certaines parcelles des Jardins de Pierrot, afin de comparer le comportement des sols au printemps, en particulier en relation avec la couverture de résidus. Les conditions d'humidité des sols à l'automne n'ont pas permis la réalisation de ces travaux et tous les sols sont restés couverts pour l'hiver.

2.2.3 Description détaillée du déroulement en 2003

En 2003, plusieurs parcelles étaient en production légumière. C'était leur première année en production.

Le printemps a été relativement tardif, l'été a été modérément chaud et les cultures se sont bien comportées dans l'ensemble jusqu'à une période fortement pluvieuse, en fin de juillet, ayant entraîné des inondations dans le bassin versant de la rivière Nicolet. L'eau remontait dans les fossés très profonds ; ainsi la rivière Bulstrode refoulait sur la ferme et l'eau montait dans les champs. Inutile de dire qu'après cette période de pluies excessives (300 mm en 3 semaines dont 150 mm entre le 18 et le 27 juillet), certaines cultures ont été affectées, notamment une grande perte de qualité chez les poireaux et les melons. Pour couronner le tout, une gelée hâtive est survenue le 8 septembre.

Comportement des sols au printemps.

Vu les conditions fraîches et pluvieuses, il s'est avéré impossible de préparer les sols sans un labour préalable sur les pièces louées par le cégep. Des essais de passage direct de la rotobutteuse ne furent pas concluants car les sols demeuraient humides et réagissaient mal. Les résidus d'engrais verts se positionnaient trop près de la surface pour permettre le passage subséquent du transplanteur à godets Ferrari, dont le soc bourre quand les résidus sont trop abondants. Le 21 mai, on a effectué un premier labour pour faire sécher les sols quelques jours, avant le passage de la rotobutteuse.

De toute façon, Pierrot préfère labourer ses sols avant de les mettre en culture. Il privilégie une séquence labour, passage de disques et billonnage avant la plantation manuelle ou le semis à l'aide d'un Planet junior manuel. Pour certaines cultures, il utilise une plancheuse (solanacées, cucurbitacées) avant la pose de paillis plastique.

Pierrot effectua le premier semis le 19 mai ; certains de ses sols se réchauffent un peu plus tôt, car ils se drainent mieux.

Les implantations de cultures se sont faites une à deux semaines plus tard que la normale. L'implantation des engrais verts intercalaires, dans les solanacées a été abandonnée. La charge de travail devenait peu réaliste : il fallait tout faire à la fois.

Les plans de rotation de cultures furent modifiés au printemps 2003. Entre autres changements, Pierrot a décidé, pour faciliter l'accès à l'auto cueillette des fraises, de garder les fraisiers sur la pièce 1, donc en rotation sur les parcelles 1.11, 1.12, 1.21, 1.22, 1.23, 1.24. Comme les superficies réservées pour l'implantation de cucurbitacées ne suffisaient pas, particulièrement à cause de la superficie envisagée pour la culture de citrouilles, il fut décidé d'implanter des cucurbitacées en plasticulture en précédent de l'implantation de fraisiers. Les superficies prévues en pomme de terre furent augmentées et les prévisions de poireaux, révisées à la baisse.

Plan de rotation de cultures sur 12 ans, modifié juillet 2003 en prévision de 2004

Jardins de Pierrot : 19 parcelles de 0,5 ha

Année	Culture et engrais vert					Octobre
	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	
1			Tomate, piment, aubergine en plasticulture et trèfle blanc nain intercalaire			
2		Poireau d'automne				
3		Carotte d'automne				
4		Millet perlé, vesce commune, vesce velue				
5		Pomme de terre hâtive			Céréale et légumineuses	
6		Poireau hâtif			Céréales et légumineuses	
7		Concombre, zucchini, courge d'été, et maïs sucré en plasticulture; Huia intercalaire				
8	Carotte hâtive et haricot				Seigle d'automne et vesce velue	
9			Pomme de terre tardive			
10		Céréale de printemps grainée fauchée en engrais vert				
11	Trèfle rouge, brome, dactyle, fétuque élevée					
12	Trèfle rouge, brome, dactyle, fétuque élevée broyés, jachère;					Crucifères d'automne

Rotation fraisières auto-cueillette pièce 1 sur 6 ans

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1		Implantation fraisières					
2			Première année de récolte de fraises				
3				Récolte de fraises suivies de jachère et avoine grainée			
4		Trèfle rouge, mélilot, brome, dactyle, fétuque élevée					
5		Trèfle rouge, brome, dactyle, fétuque élevée, broyé, jachère,				Crucifères d'automne	
6			Cucurbitacées				

Maraichage de formation au Cégep : 9 parcelles de 0,2 ha modifié juillet 2003 en prévision de 2004

Année Culture et engrais vert

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1			Courge d'hiver, melon,				
2 a	Ail						Ail d'automne
2b	Oignons		Ray-grass annuel, trèfle rouge, mélilot et vesce velue				
3			Repousse EV				Crucifères d'automne
4			EV Légumineuses et graminées, annuelles ou vivaces en mélange				
5a			Épinard et betterave de printemps, oignons verts				
5b			Betterave, bette à cardes et céleri-rave, chicorée, fenouil				Céréales et légumineuses
6a			Laitue,				
6b			Laitue tardive				Céréales, légumineuses et graminées selon la date de récolte
7			Engrais verts				
8			Crucifères hâtives				Avoine et mélange complexe de foin
9			Année complète d'engrais vert avec broyage au champ ou récolte pour compost au besoin				

Préparation des sols pour les engrais verts

En 2003, les travaux de préparation de sols ont été étalés sur une période de temps plus longue, car la majorité des parcelles étaient en culture. Sur les parcelles dont la mise en culture avait été reportée à 2004, 2005 ou 2006, une implantation de foin fut planifiée pour le mois d'août et précédée d'un court engrais vert de sarrasin, après soit un passage de herse à disques ou un labour suivi d'un disquage selon les conditions du sol lors de l'enfouissement du sarrasin. 5 semaines après le semis, avant de monter en graine, le sarrasin a été enfoui par une herse à disques.

La séquence de préparation de sols en 2003 fut normalement la suivante:

Il y a eu un sous-solage avec soc à ailettes, ce qui est efficace pour décompacter le sol. Cette opération fut suivie d'un épandage de fumier composté dans les pièces du cégep exclusivement. Aux Jardins de Pierrot, le compost a été fait trop tard pour pouvoir être épandu à ce moment. Le travail du sol a été fait par un passage profond d'un chisel à pattes d'oies larges et le lit de semence a été préparé par une herse à disques ou un passage du vibroculteur, selon l'épaisseur de la couche de résidus.

Dates d'implantation

Les premières implantations d'engrais verts d'automne furent faites 7 à 15 jours plus tard qu'en 2002 avec des rendements moyens légèrement plus faibles. La grande différence fut l'étalement des dates de semis jusqu'à la fin de septembre, après des récoltes avec des biomasses forcément moindres.

Mélanges à base de crucifères

Le fumier de volaille sur litière n'étant disponible que lors du vidage des poulaillers, le compost des Jardins de Pierrot a été fabriqué avec un peu de retard et il n'était pas prêt au début du mois d'août. Aucune crucifère n'a été semée. Ce sont des plantes exigeantes en azote et dont le développement reste limité si le sol n'est pas fertilisé ou lorsqu'il n'est pas bien pourvu en azote résiduel des arrières fumure.

2 des 10 parcelles louées par le cégep, devant être cultivées en crucifères, aucun engrais vert de crucifère n'y est planifié, à partir de 2003.

Mélanges comportant de la phacélie

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rendement			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Phacélie								
Ph 4- Tri 10	19 juin	nov 2003	2.23.3	15,63	3,4	78,0	8,8	56,6

Parcelles # 2.24 et 2.23.3

Un premier mélange a été constitué de phacélie et de trèfle incarnat. Il a été semé un peu tard, soit le 19 juin, à la volée après un passage de vibroculteur. Des conditions relativement sèches et chaudes ont prévalu après le semis et la couverture du sol a été lente. Le trèfle incarnat est une culture d'hiver dans le sud des États-Unis et est connue comme une plante appréciant des conditions fraîches et humides. Les plants établis se sont améliorés pour un temps, lorsque les conditions pluvieuses se sont installées en milieu d'été, ensuite les pluies excessives ont provoqué la pourriture des racines de la phacélie et le rougissement du feuillage du trèfle incarnat. Les conditions de démarrage avaient favorisé l'apparition de nombreuses mauvaises herbes, en particulier une importante population de grande herbe à poux. La pièce a été sarclée à la main, à temps perdu, par des étudiants. Cet exercice ne peut être envisagé sur des fermes en production. Même après l'arrachage des grosses mauvaises herbes, l'engrais vert n'arrivait pas à couvrir suffisamment le sol et une deuxième vague de mauvaises herbes commençait à monter en graines. Comme l'engrais vert ne jouait pas son rôle nettoyant et qu'il n'était pas question de laisser salir la pièce, il fut décidé de le détruire et de ressemer la parcelle 2.24. Une petite section de la 2.23, un peu moins sale, fut laissée aller et a été échantillonnée en fin de saison. En 2004, la pression de mauvaises herbes fut relativement élevée et nécessita deux bons sarclages manuels dans les courges et les melons sous plasticulture. Les courges d'automne donnèrent de très bons rendements. Les conditions froides et pluvieuses ont nui à près de la moitié des types de melons (cantaloup, charentais) : leur phase végétative fut correcte alors que la production fruitière fut faible et la maturité, retardée de 10 jours comparativement à 2003. Les melons d'eau, orientaux, Galia produisirent de bons rendements de fruits sains mais, ils furent tardifs.

Mélanges à base de seigle d'automne

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rdt			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Seigle automne								
Sau 100-Vv 20-P3-F 4	17 juin	2003	2.14.2	18,88	3,2	134,8	12,5	93,4
Sau 120- Vv 15-Vc 25	16 août	2003	5.2	8,2	1,8	75,4	4,3	59,1
Sau 150	9 septembre	2003	4.11	7,2	1,5	53,7	4,8	42,6
Sau 150	9 septembre	2003	4.22.1	6,55	1,3	57,4	5,2	39,1
Sau 120- Vv 15-Vc 25	16 août	2003	4.22.2	20,9	3,6	148,2	12,7	122,2

Établir un mélange à base de céréales et de légumineuses annuelles ou bisannuelles, en été, n'est pas simple en culture maraichère, car il faut détruire la céréale avant qu'elle n'arrive à maturité. Ceci est nécessaire pour qu'elle ne produise pas de paille dont le rapport C/N est élevé et risque de bloquer la minéralisation de l'azote pour la culture subséquente. Pour éviter la maturation de la céréale, il faut la faucher avant son mûrissement ce qui est relativement facile avec l'aide d'un technicien dans un projet spécial. Mais, sur une ferme en production il arrive souvent que le temps manque et que la paille parvienne à maturité. Pour pallier à ce risque, nous proposons d'utiliser un seigle d'automne comme plante abri. Le seigle établit une dominance qui réduit fortement la présence des mauvaises herbes et il n'épie pas durant la première année tout en ne nuisant pas au développement tardif d'une composante de légumineuses.

Parcelle # 2.14.2

C'est ce qui a été évalué dans la pièce 2.14.2 en 2003 : Semé le 17 juin, le seigle a bien couvert le sol, en compagnie d'un peu de pois et de féverole ; l'implantation de la vesce velue fut assez lente. Lors des grosses pluies et des inondations de l'été, le seigle a fortement déperdi, tandis que, de façon surprenante, la vesce a relativement bien toléré les conditions excessivement humides, sauf dans une section très mal drainée. Elle a colonisé le terrain à l'automne avec une croissance d'environ 1,2 m de tiges tapissant le sol et maintenant des conditions relativement exemptes de mauvaises herbes. Le rendement de la vesce velue à l'automne était le troisième plus élevé des parcelles de culture dérobée et la teneur en minéraux particulièrement intéressante. Sauf à l'orée du bois où le bulldozer a décapé le sol, les rendements de crucifères d'automne, en 2004, furent excellents malgré des problèmes de maladies dans le chou fleur causé par une saison froide, humide et très difficile.

Dans la partie la plus humide, vis à vis de l'ancienne rigole enfouie, il y a eu une implantation de carex, en fin d'été. La végétation dans la partie la plus basse de la pièce

où presque rien n'avait survécu aux inondations (2.14.3) a été enfouie et ressemée avec 80 kg/ha de blé et 40 kg/ha de vesce commune.

Parcelle # 5.2

Au printemps 2002 la parcelle 5.2 avait été mise de côté car le seigle y était moins beau. Après une implantation de sarrasin au printemps, des travaux de décompactage ont été effectués ; ensuite, les 15-16 août, un mélange de 120 kg/ha de seigle d'automne, 15 kg/ha de vesce velue et 25 kg/ha de vesce commune a été semé. La couverture du sol fut excellente, la biomasse correcte pour un mélange à base de seigle. Les légumineuses semées plus tard se développent moins à l'automne. Les rendements de pomme de terre, en 2004, furent bons.

Parcelle # 4.22

Les haricots hâtifs (4.22.2) furent suivis d'un mélange semblable au précédent. La couverture de sol fut bonne et les prélèvements d'azote élevés. Le 9 septembre, on implanta un seigle sans légumineuse (4.22.1) à la suite des haricots tardifs avec, évidemment, biomasse et prélèvements moindres. La pomme de terre en 2004 donna un bon rendement.

Parcelles # 4.11 et 4.21

Les carottes récoltées plus tôt furent suivies de 150 kg/ha de seigle d'automne implantés le 9 septembre dans la pièce 4.11. Les sections en carottes récoltées tardivement (4.21) furent partiellement couvertes de fanes laissées en surface, car il est moins intéressant de semer une céréale en octobre. Le seigle donna une biomasse intéressante et apporta une bonne protection au sol. Le déchaumage en préparation de l'engrais vert permit de réduire la maturation d'une certaine quantité de mauvaises herbes qui avaient survécu au sarclage des carottes.

En 2004, la pièce était en oignons, pois et haricots avec une pression de mauvaises herbes plus élevée qu'ailleurs.

Parcelle # 2.12.1

Une question intéressante : jusqu'à quand est-il possible d'implanter un seigle et obtenir une survie à l'hiver suivie d'une repousse appréciable le printemps suivant ? En 1975, une saison de culture exceptionnelle, le chargé de projet a réussi à implanter du seigle, le 10 novembre ; il a atteint le stade 2 feuilles avant l'hiver, il survécut et repoussa faiblement l'année suivante. En 2003, après une récolte d'un cultivar très tardif d'oignon espagnol, un mélange de 160 kg/ha de seigle et 20 kg/ha de vesce velue fut implanté, le 10 octobre, principalement pour observer la survie potentielle d'une très jeune vesce. Au printemps 2004, seul, le seigle a repris. Le plan de rotation fut modifié et la pièce mise en culture de crucifères hâtives plutôt que tardives car la pièce 2.14 s'avérait trop humide, au printemps, pour les crucifères hâtives. La repousse de seigle ne pouvait se poursuivre

comme il avait été prévu ; le rendement des crucifères fut variable selon les espèces. Normalement, après la récolte des oignons et de l'ail, on a le temps d'implanter un engrais vert qui repousse le printemps suivant avant des crucifères tardives implantées en été. Malheureusement, durant les travaux du printemps 2004, la repousse ne fut pas échantillonnée.

Mélanges comportant des vivaces

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rendement			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Vivaces								
Av 80- Rv 10- Trb 5- Trr 5	16 août	nov 2003	1.24	14,63	2,7	82,1	7,1	73,6
Av 40- Spr 40- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 3	15 août	nov 2003	1.25	14,58	2,6	88,2	6,5	85,4
Bl 80- Rv 10- Trr 10	28 août	nov 2003	2.32	11,6	1,9	63,9	6,4	75,9
Av 40- Spr 40- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 3	15 août	nov 2003	3	22,83	3,2	138,4	10,9	126,8

Plusieurs implantations d'engrais verts de foin étaient prévues en 2003. Comme ces sols n'avaient pas été sous-solés en 2002, faute de temps, un engrais vert de sarrasin a été semé le 4 juin après un passage de herse à disques. Cette technique est très appréciée du chargé de projet car elle permet la réalisation d'un court engrais vert qui évapore de l'eau dans un laps de temps très court (5 semaines) et laisse des conditions habituellement propices pour la réalisation d'une jachère, de travaux d'amélioration des sols tels le sous-solage et le nivellement.

Le chargé de projet apprécie particulièrement les séquences de foin dans la rotation des légumes même si la technique a le défaut de permettre la prolifération de certains insectes des sols comme le hanneton, la noctuelle et le ver fil de fer. Les vers de terre profitent aussi de ce repos et la technique permet de restructurer les sols par l'action des racines et la décomposition des résidus de cultures. Il est important d'inclure une forte composante de graminées pour bien utiliser l'azote libéré par la décomposition de la végétation fauchée sur place. On peut aussi récolter une partie de la fauche et la composter.

Sur les parcelles louées par le cégep, des implantations de vivaces étaient prévues pour permettre une repousse de printemps avant des cultures plus tardives telles la laitue et l'épinard. Ce projet a été mis de côté parce que dans la plupart des champs, les anciennes rigoles nivelées en 2002 se sont légèrement affaissées, créant une dépression humide dans le centre des pièces, ce qui retarde forcément l'entrée au champ après une pluie. Comme la mise en culture printanière ne permet pas de travaux de nivellement car les conditions sont trop humides, la décision a été prise d'inverser le sens des planches pour pouvoir les mettre en culture graduellement en commençant dans les sections plus sèches situées sur les cintres des parcelles. Ces parcelles pourront être nivelées en conditions

propices, en temps et lieu, particulièrement durant les années où elles seront couvertes par des engrais verts. Pour cette raison, on a dû abandonner les petites sous-parcelles en vivaces avant l'épinard et la laitue tardive.

Parcelles # 1.21.2, 1.11, 1.12, 1.25, 5.1 et 7.2, 3

Sauf exception (la pièce 3), toutes ces pièces avaient démontré des problèmes de drainage, de compaction, de très mauvaise pénétration de l'eau au printemps 2002. En conséquence, on a retrouvé du seigle complètement mort dans certaines zones. On a effectué des travaux de nivellement et de décompactage et reporté l'implantation à plus tard. Pour cette raison, on avait prévu 2 ou 3 ans en foin avec chaulage, et éventuellement un nouveau sous-solage et une jachère avant la mise en culture ultérieure. Après la séquence de sarrasin, très bien réussi et passablement uniforme au printemps (26,3 tonne humide – 4,2 t base sèche) une courte jachère fut réalisée. Le foin fut implanté à la mi-août durant une accalmie bienvenue pendant les pluies diluviennes. Semé vers le 15 août, le mélange de graminées Pickseed présenté plus haut, complété par 5 kg/ha de trèfle blanc et 3 kg/ha de trèfle rouge s'implanta très bien sous une plante abri de 40 kg/ha d'avoine et 40 kg/ha seigle de printemps. Il est à noter que la plante abri à la parcelle 1.21.2 était un peu différente. Dès l'automne, la plante abri et la pousse de foin donnaient une très bonne biomasse (référence à la pièce 3). En 2004, les rendements de biomasse aérienne furent élevés, de même que, les teneurs en éléments nutritifs. La pièce 3 n'a pas été semée au complet, car Pierrot ayant eu des surplus de semences de pomme de terre, décida de les planter. Ceci a dérangé le plan de rotation comportant déjà 3 parcelles de solanacées sur 12. Pour l'avenir, un ajustement est prévu par subdivisant une pièce sans pomme de terre.

Parcelle # 2.23.2

Le second semis de maïs sucré fut couvert d'un intercalaire de ray-grass annuel (10 kg/ha) et de trèfle blanc (5 kg/ha), le 30 juillet. Un semoir de type Cyclone a été utilisé. L'implantation fut relativement correcte. Comme toujours, dans un engrais vert intercalaire, là où la culture est très réussie, l'établissement de l'engrais vert est moindre et là, où la culture est plus faible, il réussit généralement mieux. Le contenu de l'engrais vert dépassait 100 kg/ha de N /ha à la mi-octobre, ce qui est très bon pour un intercalaire. Cependant l'année suivante, la couverture ne fut pas suffisamment uniforme pour laisser aller la repousse, comme cela avait été prévu.

Le maïs, compagnon de cet engrais vert a connu une destinée plutôt pénible. D'importantes superficies de maïs recouvrent les environs de la ferme, ceci favorise le développement de grandes populations de pyrale. D'autant plus que les fermes biologiques servent de plus en plus de refuge pour la pyrale qui est repoussée par le maïs Bt. La culture de ce type de maïs est très populaire : ses mérites sont très moussés par la publicité des grandes compagnies de semences. L'enseignant avait prévu contrôler la pyrale avec un Bt rémanent, mais la conseillère du fournisseur suggéra plutôt aux étudiants d'essayer l'utilisation des trichogrammes. L'enseignant accepta la suggestion des élèves, même si le stade recommandé pour l'implantation des trichogrammes était largement dépassé. Objectif pédagogique oblige ! Le maïs fut déclassé à plus de 75 %.

De toute façon, la pression élevée de pyrale aurait justifiée l'utilisation combinée des trichogrammes et du Bt.

Parcelle #2.32.2

Une section de la parcelle avait été implantée en foin en 2002 en vue d'un enfouissement avant la laitue de fin de saison. L'engrais vert était très beau avec un rendement très élevé, le second de tous les essais, sur une base humide et le premier sur une base sèche, une teneur de N dépassant les 200 kg/ha. L'enfouissement se fit par labour suivi d'un passage de la rotobutteuse. Ici et là, il y eut de faibles repousses de brome des prés mais pas pour déranger la croissance de la laitue. Celle-ci démontrait une excellente pousse jusqu'à l'arrivée des chevreuils qui en mangeaient une bouchée par plant : ils s'attaquaient à la partie la plus tendre, le cœur. D'autre part, la structure de sol était très belle sous le mélange de prairie.

Une implantation tardive de 200 kg/ha d'avoine devait avoir lieu, mais les conditions humides en automne nous menèrent à abandonner le projet.

Parcelle #2.15

Sous le mélange trèfle rouge, la vesce velue et les graminées Pickseed en juin 2003, la structure de sol est vraiment excellente ; il faut dire que cette section de la parcelle est en terre noire. La biomasse élevée avait une très bonne teneur en N et en P. Enfouies directement par passage de la rotobutteuse, les repousses de brome des prés sont plus importantes que dans la pièce 2.32. L'épinard a bien levé et bien poussé mais il est possible que le brome ait eu un certain effet négatif. Au-dessus des canaux des drains, là où une certaine quantité de sous-sol avait été remonté par la draineuse, la croissance était plus faible. À un certain moment, les chevreuils ont inclus l'épinard dans leur diète. Chaque semaine, ils adoptaient un nouveau légume.

En 2004 il y eut des repousses de brome dans la même section de pièce.

Parcelle #2.32.1

La culture de laitue fut suivie d'une séquence de foin en prévision d'une pause d'un an dans la rotation prévue dans les parcelles louées par le cégep, soit, avant le retour de crucifères. 10 kg/ha de ray-grass vivace et 10 kg/ha de trèfle rouge furent semés les 26 et 28 août 2003, vraisemblablement trop tard pour de telles espèces. Les fenêtres d'accès au champ furent excessivement limitées en fin d'été 2003 ce qui explique cette implantation tardive. La pièce 2.32 étant mal drainée, la survie à l'hiver du mélange fut compromise et il ne restait que 30 % de couverture au printemps. Alors, il fut labouré et un sarrasin a été semé. Après son enfouissement, le champ a été nivelé et un engrais vert d'automne a été implanté.

Parcelle #1.24

La pièce étant mise en culture en 2005, un mélange de 10 kg/ha ray-grass vivace, 5 kg/ha trèfle blanc et 5 kg/ha trèfle rouge fut implanté le 16 août sous 80 kg/ha d'avoine. La survie fut excellente et lors de l'échantillonnage en juillet 2004, la teneur en N approchait les 200 kg/ha, une excellente nouvelle pour les crucifères de 2005.

Mélanges de céréales de printemps et légumineuses

Composition du mélange	date de semis	no de parcelle						
			rdt	rdt				
			t/ha	t/ha	N	P	K	
			humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
Légumineuses/céréales								
Av 80- Tri 5- Vc 30- P 20- F 20	15 août	nov 2003	1.22	16,35	2,8	93,9	6,1	102,2
Av 80-Tri 5-Vv 10-Vc 20- P 20 -F 20	15 août	nov 2003	1.23	16,13	2,8	117,2	6,4	80,2
Av 160- Tri 10	26 août	nov 2003	2.12.2	16,95	2,3	74,3	7,7	112,2
Bl 80- Vv 40	26 août	nov 2003	2.14.1	9,73	1,6	55,2	6,2	60,9
Bl 80- Vc 40	1 septembre	nov 2003	2.14.3	6,4	1,0	46,5	5,0	43,5
Spr 60 -Tri 10- Vv 20	28 août	nov 2003	2.15	12,15	1,8	60,1	12,5	78,2
Bl 80- Tri 10- Vv 30	28 août	nov 2003	2.22	14	2,2	96,7	9,2	107,2
Bl 80- Tri 15	1 septembre	nov 2003	2.24	5,33	0,8	45,2	4,3	35,8
Spr 80- Vc 20- P 20- F20	9 septembre	nov 2003	4.12	9,8	1,6	70,1	7,5	65,0
Av 80- Tri 10- Vv 20	16 août	nov 2003	7.1	21,45	3,6	129,0	9,0	82,0

Parcelle #2.12.2

160 kg/ha d'avoine et 10 kg/ha de trèfle incarnat furent semés le 26 septembre après la récolte des oignons, sauf dans le cas d'un cultivar tardif ayant fait l'objet d'un semis de seigle en octobre sur la section 2.12.1. Le trèfle incarnat réussit à s'établir mais la croissance fut limitée. Comme toujours, plus on sème tard, plus le taux de semis de céréale sera élevé.

Parcelle #2.14.1

Après la récolte des pois, un mélange de 80 kg/ha de blé, accompagné de 40 kg/ha de vesce velue fut semé le 26 août avec un rendement légèrement supérieur à la parcelle ressemée une semaine plus tard à l'autre bout de la pièce. Les crucifères furent particulièrement belles, en 2004, sur cette pièce.

Parcelle #2.14.3

Dans cette sous-parcelle, la repousse de vesce velue était moins forte que dans la section 2.14.2, et le carex était beaucoup plus abondant. On a décidé de labourer fin août et de ressemer un mélange de 80 kg/ha de blé et 40 kg/ha de vesce commune le premier septembre. À cette date, le taux de semis de céréale aurait pu être plus élevé. On obtint quand même une biomasse acceptable. On n'a pas pu observer, en 2004 de différence appréciable entre les crucifères des sous-parcelles 2.14.1, 2.14.2, 2.14.3. Cependant, l'orientation des champs avait été tournée vers l'axe sud-ouest- nord-est.

Parcelle #2.15

La tendance à l'obtention de biomasses de plus en plus faibles avec la progression des dates de semis vers la fin de la saison de végétation se confirme encore dans cette pièce. Sur retour d'épinards et de betteraves, 60 kg/ha de seigle de printemps accompagnaient 10 kg/ha de trèfle incarnat et 20 kg/ha de vesce velue. La croissance fut correcte, la couverture de sol efficace après un semis effectué le 28 août.

Le comportement de la laitue fut excellent en 2004 jusqu'à mi-été, où une bactériose est apparue sur les feuilles inférieures.

Parcelle #2.22

Cette pièce, libérée de ses crucifères hâtives, fut semée en vesce velue (30 kg/ha), trèfle incarnat (10 kg/ha) et blé (80 kg/ha), le 28 août. La biomasse fut bonne pour cette date, la couverture du sol efficace. Cette pièce est constituée principalement de sable Saint-Jude. La survie de la vesce fut bonne avec de la repousse au printemps 2004. Les résidus de crucifères se sont bien décomposés.

Parcelle #2.24

Un nouveau semis fut effectué le premier septembre après enfouissement de la phacélie et du trèfle incarnat (référence au mélange de phacélie plus haut) infestés de mauvaises herbes et endommagés par les grosses pluies : 80 kg/ha de blé et 15 kg/ha de trèfle incarnat. Une biomasse assez faible mais une teneur en N particulièrement élevée a résulté de cette opération.

Parcelle #1.22

Une section de cette pièce fut cultivée en cucurbitacées sur retour d'avoine, de vesce et de féverole, avec de bons résultats. La deuxième partie de la pièce, après une culture de sarrasin fut implantée en un mélange de 80 kg/ha d'avoine, 5 kg/ha de trèfle incarnat, 30 kg/ha de vesce commune, 20 kg/ha de pois et 20 kg/ha de féverole, le 15 août. Le rendement fut bon avec un taux de N approchant les 100 kg/ha. Le sol fut bien couvert.

Parcelle #1.23

Il fut décidé en cours de saison de ramener des cucurbitacées en tête de rotation avec les fraisières. L'engrais vert comprenait de l'avoine 80 kg/ha, du trèfle incarnat 5 kg/ha, de la vesce velue 10 kg/ha, de la vesce commune 20 kg/ha, du pois 20 kg/ha et de la féverole

20 kg/ha. Il fut semé le 15 août. Le rendement fut bon et le taux de N élevé soit 117 kg/ha pour une implantation à cette date. Un taux de semis semblable sur la pièce 1.22 n'a pas donné les mêmes contenus en éléments nutritifs.

Parcelle #7.1

La parcelle 7.1 a reçu une couverture de 80 kg/ha d'avoine, 10 kg/ha de trèfle incarnat et 20 kg/ha de vesce velue semés le 16 août. La pièce a été nivelée au bulldozer en 2002 car on observait une bonne dépression. L'engrais vert a fourni une excellente biomasse et la quantité d'azote était la plus élevée parmi les parcelles en culture dérobée. Par contre en 2004, les cultures y furent ordinaires, le piment correct mais tardif et les tomates, peu réussies. On peut mettre la faute sur les conditions culturales peu favorables de la saison plutôt que sur les effets de l'engrais vert.

Parcelle #4.12

Sur le retour de pomme de terre hâtive, on a semé, le 9 septembre, 80 kg/ha de seigle de printemps, 20 kg/ha de vesce commune, 20 kg/ha de pois et 20 kg/ha de féverole. La teneur de N est environ le double de celle de la parcelle 4.13, semée en céréale pure, à la même date. Il est connu qu'en plus de fixer du N, la capacité de prélever l'azote résiduel est élevée chez les légumineuses.

Céréales pures

Il est généralement reconnu qu'après le début de septembre, il est tard pour semer des légumineuses ou des crucifères. C'est la période optimale pour l'implantation d'un seigle d'automne qu'on veut récolter, cependant un seigle cultivé en engrais vert exige une intervention pour le détruire, le printemps suivant, avant la mise en culture. Le feuillage du seigle implanté à cette époque sera peu avancé mais le système racinaire, très bien développé. Une céréale de printemps, à la même date aura des racines moins développées que celles du seigle et un feuillage plus ou moins abondant, selon les conditions de croissance. Pour assurer une couverture du sol correcte avec une implantation tardive, on augmente le taux de semis de la céréale à partir du mois de septembre (René Brunelle, communication personnelle).

Parcelle #2.23.1

Sur le retour du premier semis de maïs, un taux de 160 kg/ha de blé a été implanté le premier septembre. Les maïs récoltés suffisamment tôt peuvent recevoir un engrais vert en culture dérobée, alors que les semis plus tardifs, terminés plus tard, se prêtent mieux à la culture intercalaire.

Parcelles # 4.11 et 4.22.1

Le 9 septembre plusieurs semis de seigle d'automne furent effectués à des taux différents : 4.11 à 150 kg/ha et 4.22.1 à 120 kg/ha avec une biomasse légèrement supérieure à celle des céréales de printemps de la parcelle précédente, semée plus tôt.

Parcelle # 4.13

La 4.13 reçut une couverture de 150 kg/ha de blé, le 9 septembre. La teneur en N est appréciable et indique l'intérêt d'une implantation tardive pour prévenir le lessivage et, probablement, réduire l'érosion.

Parcelle #2.13

Le 26 septembre 150 kg/ha de blé furent semés sur le retour de courges et de melons et réussirent à couvrir partiellement le sol mais, ils ne furent pas échantillonnés. À cette date, le taux de semis aurait facilement pu atteindre 200 kg/ha.

2.2.4 Description détaillée du déroulement en 2004

Le printemps 2004 fut plus hâtif que celui de 2003. Dès le 7 mai, les labours étaient possibles. Un nouvel essai de passage direct de la rotobutteuse dans les retours d'engrais verts s'est avéré non concluant, car les sols étaient encore trop humides.

Le projet d'implanter du millet perlé fut abandonné, car les changements dans le plan de culture nécessitèrent une modification de la rotation.

Les crucifères de printemps, sur retour d'oignons, ont été changées de place, car le développement des engrais verts était insuffisant pour permettre un bon développement de ces plantes exigeantes en azote. Les cultures de crucifères d'automne ont démontré une bonne vigueur de croissance. Des problèmes ont été observés dans la culture des melons : ils seraient possiblement attribuables à des travaux de sol en conditions humides et au stress qu'ils ont connu, lors de la plantation sous un climat particulièrement venteux. Les courges ont connu de très bons rendements, tout comme les chénopodiacées, les ombellifères, les composées, et les oignons à bottelet. La laitue a souffert de différentes bactérioses reliées, tout particulièrement, à *Pseudomonas*. Cette bactérie s'est bien développée sous les conditions humides de l'été. La récolte d'oignon semblait prometteuse. Les températures humides de l'été et de l'automne ont permis le développement de botrytis, en fin de saison, et de différentes bactérioses ; la qualité de la récolte a été affectée.

L'échantillonnage a été réalisé le 15 octobre, un peu plus tôt que les années précédentes. Pourtant, à l'encontre des 2 automnes précédents, les températures furent clémentes et ont permis la poursuite de la croissance chez plusieurs plantes jusqu'à la fin de novembre. Le choix d'une date tardive pour l'échantillonnage est toujours risqué: en 2002 et 2003, on a failli perdre nos échantillons. À cause des conditions météorologiques, les engrais verts ont couché au sol et ils ont été enduits de terre par la pluie. Le travail d'analyse devint très laborieux et facilement susceptible à l'erreur.

2004 Jardins de Pierrot : 19 parcelles de 0,5 ha

Plan de rotation sur 12 ans

Année	Culture et engrais vert						
	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1.			Maïs sucré hâtif		Seigle d'automne		
2.		Pomme de terre hâtive			Céréales et légumineuses		
3		Carotte et panais					
4		Céréale de printemps grainée fauchée en engrais vert					
5.		Trèfle rouge, brome, dactyle, fétuque élevée					
6.		Pomme de terre et maïs tardif					
7.		Laitue, crucifères, betterave, poireau					
8.		Haricot, pois, oignons			Seigle d'automne et vesce velue		
9		Engrais verts					
10.		Aubergine, piment sous plasticulture accompagnés de trèfle blanc intercalaire					
11.		Céréale de printemps grainée fauchée en engrais vert					
12		Trèfle rouge, brome, dactyle, fétuque élevée	broyés,	jachère			Crucifères

Rotation fraisiers auto-cueillette piece 1 sur 6 ans (2004) Jardins de Pierrot

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1			Implantation fraisiers				
2					Première année de récolte de fraises		
3			Récolte de fraises		jachère	Avoine grainée	
4			Trèfle rouge, mélilot, brome, dactyle, fétuque élevée				
5.			Trèfle rouge, brome, dactyle, fétuque élevée, broyé, jachère,			Crucifères d'automne	
6			Concombres, zucchini, courge d'été, melon, citrouille				

Note : le foin est récolté pour compostage, mulchage ou broyé sur place

Modifications au plan de rotation des cultures pour 2005, avant l'établissement des engrais verts d'automne

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1			Implantation fraisiers				
2					Première année de récolte de fraises		
3			Récolte de fraises		jachère	Avoine grainée	
4			Trèfle rouge, , brome, dactyle, fétuque élevée				
5			Trèfle rouge, brome, dactyle, fétuque élevée, broyés		jachère,	Crucifères d'automne	
6			Concombres, zucchini, courge d'été, melon, citrouille				

Modifications au plan de rotation des cultures pour 2005, avant l'établissement des engrais verts d'automne

Jardins de Pierrot : 18 parcelles de 0,5 ha							
	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1.			Mais sucré hâtif		Seigle d'automne		
2.		Pomme de terre hâtive			Céréales et légumineuses		
3			Carotte et panais				
4			Céréale de printemps grainée fauchée en engrais vert				
5.			Trèfle rouge, brome, dactyle, fétuque élevée			Seigle d'automne	
6.			Pomme de terre et maïs tardif				
7.			Laitue, crucifères, betterave et autres feuilles				Céréales en engrais verts
8.			Haricot, pois, oignons				
9			Retour de seigle d'automne vesce velue			Engrais verts mixtes d'automne	
10.						Solanacées sous plasticulture accompagnés de trèfle blanc intercalaire	
11.			Poireau et citrouille				
12						Engrais verts mixtes	

Maraîchage de formation du Cégep : 9 parcelles de 0,2 ha

Année Culture et engrais vert

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1			Courge d'hiver, melon,			Ail d'automne	
2 a	Ail		Ray-grass annuel, trèfle rouge, mélilot et vesce velue				
2b	Oignons		Seigle et vesce				
3	Repousse EV					Crucifères d'automne	
4	EV Légumineuses et graminées,		annuelles ou vivaces en mélange				
5a	Épinard et betterave de printemps, oignons verts					Céréales et légumineuses	
5b	Betterave, bette à carde et céleri-rave, chicorée, fenouil						
6a	Laitue,						
6b						céréale, légumineuses et graminées selon la date de récolte	
7	Engrais verts					Laitue tardive	
8	Crucifères hâtives					Avoine et mélange complexe de foin	
10	Année complète d'engrais vert avec broyage au champ ou récolte pour compost au besoin						

Problème des chevreuils

Le principal problème de phytoprotection sur la ferme est la présence de chevreuils. Nous avons observé le comportement des animaux pendant la durée du projet et développé l'hypothèse que les chevreuils broutent de préférence le seigle, le trèfle et le sarrasin. Nous espérons qu'en maintenant constamment des parcelles de ces espèces en état de consommation, ces ruminants s'intéresseraient moins aux légumes. Erreur, ils ont découvert presque, à chaque semaine un nouveau légume. En 2004, deux approches différentes ont été adoptées. Pierrot a installé un chien de garde, attaché la nuit à sa niche, en un point stratégique de ses champs. Le cégep, dont les cultures s'étaient avérées particulièrement appréciées en 2003, a adopté l'utilisation d'un filet anti-oiseaux, communément vendu pour les bleuets en corymbe. Il fut simplement placé à plat sur les parcelles et amarré par des boucles de fil de fer fichées dans le sol. Une technique laborieuse car il faut enlever les filets pour sarcler ou récolter, mais elle s'avère très efficace. En 2003, des pertes de 50 à 100 % avaient été observées dans certaines cultures comme la laitue et la bette-à-carde.

Mélanges à base de crucifères

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rdt			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Crucifères								
Mb 12	26 juillet	oct 2004	1.24	12,65	3,73	70,9	13,4	70,9
Mb 6- Raf 6	4 août	oct 2004	7.2	14,85	3,07	30,7	7,7	69,2

En 2004, le fumier de volailles à composter n'a été disponible que très tardivement. Cependant, il restait assez de fumier composté de l'année précédente pour procéder aux fertilisations avant l'implantation des crucifères. Elles furent semées dans les pièces 1.24 et 5.1-7.2 combinées pour former une parcelle d'un demi hectare, unité de base des Jardins de Pierrot. Cependant le fumier composté n'ayant pas été couvert, le contenu en N et en K était très bas. Ceci pourrait expliquer, du moins, en partie, la faible teneur en minéraux lors de l'échantillonnage. Pourtant, le développement des plantes était très bon.

Parcelle # 1.24

Le mélange de foin implanté en 2003 dans la pièce 1.24 a été détruit par disquage, suivi d'un passage d'un décompacteur monté sur une charrue modifiée. Un autre passage de disques a été exécuté, le 26 juillet, soit, avant l'implantation réalisée dans le cadre d'une activité de démonstration pour des agronomes de clubs agro-environnementaux travaillant sur des projets d'engrais verts avec madame Anne Vanasse de l'Université Laval. Le semoir utilisé pour l'implantation ne permettait pas de mettre une combinaison de graines de moutarde et de radis : la dimension de la semence de radis ne permet pas son passage dans les trous de la boîte à petites graines. La moutarde a été semée seule et, s'est bien développée, sauf à quelques rares endroits plus humides où les restes de végétation du foin ont colonisé le terrain. Là où la moutarde était forte, la reprise du foin était négligeable. Pour assurer une bonne destruction des repousses de

foin, nécessitée par la culture de cucurbitacées sous plasticulture, projetée en 2005, l'engrais vert a été enfoui par labour en novembre. La biomasse fut beaucoup plus faible, sur une base humide, que dans les engrais verts de crucifères de 2002.

Parcelle # 7.2 et 5.1

Dans les pièces combinées 7.2 et 5.1, le foin a aussi été détruit par disquage et passage de décompacteur. Le 4 août, la composante de 6 kg/ha de radis fourragera été semée à la volée avec un semoir Cyclone avant le semis des 6 kg/ha de moutarde avec le semoir. Malgré que le tout se soit fait à la hâte au début d'une pluie, la levée et la couverture du sol furent excellentes. Comme toujours, là où les radis étaient plus clairsemés, les racines étaient plus grosses, par contre, dans les talles plus denses, elles demeuraient plus petites. Le rendement atteignait 3 t/ha de matière sèche mais la teneur de N était anormalement basse à 1%. Cela amène à s'interroger sur la valeur des échantillons.

Mélanges comportant de la phacélie

Parce que les semences n'étaient plus disponibles, les mélanges essayés en 2002 et 2003 n'ont pas été répétés. Un petit reste de graines a été inclus au mélange de la pièce 2.25 à base de céréales et légumineuses. Quelques fleurs de phacélie émergeaient ici et là, en automne.

Mélanges à base de seigle d'automne

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rendement			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Seigle automne								
Sau 80- Mel 8-Vv 20- P 20 -F20	6 août	2004	2.15	7,9	2,07	60,0	10,8	83,8
Sau 80- Vv 20- P 20- F 20	8 juillet	2004	2.23	12,93	3,39	105,0	13,6	73,2
Sau 150	7 septembre	2004	6.2	4,5	0,84	36,0	3,4	35,0
Sau 120- Vv 40	24 août	2004	4.21	8,9	1,66	53,3	5,8	59,6

Plusieurs parcelles ont été implantées en seigle d'automne.

Parcelles # 2.14, 2.15 et 2.22

Des sections de ces trois pièces en récolte tardive ont été semées le 24 septembre à un taux de 160 kg/ha de seigle d'automne pur afin de couvrir le sol. Le seigle était émergé le 15 octobre, insuffisamment implanté pour justifier un échantillonnage. Dans la partie de la pièce 2.22, où le seigle a été semé, en 2005, il y aura des faux semis répétés, avant les implantations tardives de laitue, car on y retrouve une repousse de chiendent. La parcelle 2.15 est dans le même cas. Les champs 2.14 et 2.15 seront en engrais vert toute l'année 2005.

Parcelle # 2.15

Le 6 août, un mélange de 80 kg/ha de seigle d'automne, 8 kg/ha de mélilot, 20 kg/ha de vesce velue, 20 kg/ha de féverole et 20 kg/ha de pois furent implantés. La biomasse fut moindre que celle des autres mélanges semés à la même date. La question se pose : comparativement à une céréale de printemps, est-ce que le seigle ralentit le développement des légumineuses associées?

Parcelle # 6.2

Semé le 6 septembre en seigle d'automne à 150 kg/ha, la biomasse aérienne de cette parcelle atteignait un peu moins d'une tonne kg/ha le 15 octobre. Le taux de N de la plante était élevé. Le seigle sera enfoui avant les pommes de terre en 2005.

Parcelle # 4.21

Les haricots et les pois hâtifs furent suivis du semis d'un mélange 120 kg/ha de seigle d'automne et de 40 kg/ha vesce velue, le 24 août. La biomasse fut typique d'un seigle semé à cette date et il est probable que la croissance se soit poursuivie après l'échantillonnage.

Parcelles # 4.11, 4.12 et 4.22

Ces pièces devaient recevoir un mélange semblable mais comme elles ne furentensemencées que le 7 septembre, on a décidé de n'y mettre que 150 kg/ha de seigle, comme dans la parcelle 6.2 et on n'a échantillonné que cette dernière pièce.

Parcelle # 2.13.2

Suite à la récolte de l'ail sur la partie 2.13.1, un seigle fut utilisé comme plante abri comme précédent de vivaces et bisannuelles, pour les des crucifères tardives de 2005. Voir ci-dessous. Après les oignons sur la seconde partie, un seigle (120 kg/ha) accompagné de vesce velue (30 kg/ha) a été semé le 24 septembre afin de vérifier de nouveau, si une implantation tardive de vesce velue réussirait à repousser en 2005.

Parcelle # 2.23

Dans cette pièce, on a décidé de labourer le trèfle blanc inégal et de ressemer avec un mélange hâtif comportant un seigle d'automne en plante abri comme en 2003 dans la pièce 2.14.2. Le seigle (80 kg/ha) n'a pas été endommagé par les grosses pluies comme l'année précédente, la vesce velue n'a pas pris une expansion importante comme en 2003, mais la féverole et les pois semés plus forts étaient assez importants dans le champ. Il est très intéressant de comparer le comportement variable des mélanges d'une année à l'autre, alors que les espèces ne se développent pas de la même façon selon les conditions climatiques. Le sol était bien couvert et la biomasse moindre que l'année précédente.

Mélanges comportant des vivaces

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rdt			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Vivaces								
Av 80- Rv 10- Trb 5- Trr 5	16 août 2003	14 juillet 2004	1.24	38,55	6,59	191,2	15,8	114,7
Av 40- Spr 40- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 3	16 août 2003	14 juillet 2004	5.1	34,75	5,98	203,2	13,1	146,4
Av 40- Spr 40- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 3	16 août 2003	14 juillet 2004	7.2	26,75	4,20	155,4	10,1	73,9
Spr 80- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 5	25 mai	8 août 2004	4.13	33,33	4,63	143,6	13,9	165,4
Spr 80- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 5	25 mai	8 août 2004	5.4	19,25	4,20	92,3	9,2	91,9
Av 80- Rv 10- Trb 5- Trr 5 – Mel 5- Vv 20	6 août	oct 2004	2.12	16,45	2,86	68,7	8,0	129,9
Sau 100-Trb 3- Trr 5-Mel 5-Vv 30	24 août	oct 2004	2.13	9,37	1,76	61,7	7,8	67,5

Malheureusement Pierrot a décidé de faucher au début de septembre tous les mélanges de vivaces sans que l'échantillonnage prévu en automne ait pu être réalisé. Ce sont les aléas typiques d'essais réalisés dans une ferme en production. Pourtant, une fauche en première partie de septembre n'est pas recommandée pour des raisons agronomiques et environnementales. Les sols sont assez chauds pour favoriser une décomposition active et le lessivage des nitrates, alors que la repousse ne redémarre pas suffisamment pour récupérer la minéralisation issue de la décomposition.

Parcelle # 1.24

Avant la destruction et l'implantation en crucifères et, avant le retour en culture prévu en 2005, le foin implanté en août 2003 a été échantillonné : une biomasse excellente de 6,59 t/ha sur une base sèche contenait presque 200 kg/ha de N et plus de 100 kg/ha de K. Une partie de cet azote est certainement issue de la fixation par les Rhizobium, ce qui ajoute une quantité appréciable en azote. Ceci est particulièrement intéressant dans le cas d'une ferme où les apports de fumier seraient limités par le Règlement sur les exploitations agricoles (REA).

Parcelles # 7.2 et 5.1

Ces pièces sont des sous-sections combinées pour former une sole dans la rotation des Jardins de Pierrot. Des échantillonnages séparés ont donné une biomasse légèrement plus faible dans le 7.2 que dans la 5.1, et des valeurs en N élevées : une constante dans les engrais verts composés de plantes fourragères.

Parcelle # 4.13

Sur un retour de cucurbitacées tardives, une implantation de plantes fourragères fut réalisée le 25 mai : sous 80 kg/ha de seigle de printemps en plante abri, le mélange de graminées Pickseed accompagné de 5 kg/ha de trèfle blanc et de 5 kg/ha de trèfle rouge. La plante abri et la culture de foin déjà implantée furent échantillonnées, avant la fauche, au début d'août, à la floraison de la céréale. À cause du changement dans la rotation, la pièce devrait être labourée à l'automne après avoir été échantillonnée de nouveau. Malheureusement, la fauche surprise a éliminé cette prise de données sur une biomasse dont le développement était excellent.

Parcelle # 5.4

La même opération que dans la pièce précédente fut effectuée dans la parcelle 5.4. La biomasse de la plante abri combinée à celle de la première croissance du foin atteignait 4,2 tonnes/ha et presque 100 kg/ha de N et de K. Le second échantillonnage n'eut pas lieu pour cause de fauche imprévue mais, ici encore, la biomasse était bien développée.

Parcelle # 3

Une partie de cette pièce avait été implantée en foin en août 2003 et, la seconde partie, au printemps 2004. À cause du changement dans le plan de rotation, elle fut labourée à l'automne 2004. La fauche en septembre a fait rater la possibilité d'échantillonnage.

Parcelle # 2.12

Suite aux crucifères hâtives, on répéta l'essai d'implanter un mélange de vivaces. Cela a été fait le 6 août, une date correcte pour la réussite d'une implantation de foin dans une pièce relativement bien drainée. Malgré l'importance de la couverture de glace à l'hiver 2005, le mélange de 80 kg/ha d'avoine accompagnés de 10 kg/ha de ray-grass vivace, 20 kg/ha de vesce velue, 5 kg/ha trèfle blanc, 5 kg/ha de trèfle rouge et 5 kg/ha de mélilot donna une belle pièce de foin pendant la saison 2005. Le mélilot devait être inclus plus tôt dans les essais, mais on a attendu que le taux de calcium remonte suite aux chaulages avant d'utiliser cette plante calcicole. La biomasse était correcte et le taux de potassium plus élevé qu'ailleurs. En 2005 il fut fauché deux fois durant l'été, puis enfoui par un labour en octobre afin qu'il se décompose avant les cultures prévues, soit des courges, des solanacées et des melons sous plasticulture et ce, en tête de rotation, en 2006.

Parcelle # 2.13.1

Suite à la récolte de l'ail, un seigle d'automne (100 kg/ha) fut utilisé comme plante abri comme précédent de vivaces et bisannuelles avant des crucifères tardives prévues en 2005. Implanté le 6 août, le mélange ne comportait pas de graminée vivace ; les 3 kg/ha de trèfle blanc, 5 kg/ha de trèfle rouge, 5 kg/ha de mélilot et 20 kg/ha de vesce velue furent enfouis en juin avant l'implantation des crucifères d'automne. La biomasse était moindre que dans la pièce précédente (dû au seigle en plante abri ?) mais le taux de N comparable. Le semis de seigle en tant que

plante abri explique-t-il ces résultats ? Il faut noter qu'aucun compost n'avait été épandu avant l'implantation.

Mélanges de céréales de printemps et légumineuses

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rendement			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humidité	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Légumineuses/céréales								
Av 80- Tri 10- Vv 20	16 août	nov 2003	7.1	21,45	3,6	129,0	9,0	82,0
Av 80- tri 15- Ph 2	6 août	oct 2004	2.25	27,78	5,08	106,8	17,3	215,0
Bl 80- Tri 5- Vv 20- Vc 20- P 20	9 août	oct 2004	2.32	18,43	2,64	79,1	9,8	97,0

En 2004, moins de céréales de printemps ont été semés ; on a mis l'accent sur l'exploration des associations avec du seigle d'automne.

Parcelle # 2.22

Le 24 août, un mélange de 80 kg/ha d'avoine accompagné de 20 kg/ha de pois, de 20 kg/ha vesce velue et 20 kg/ha féverole fut semé suite aux récoltes des betteraves et des épinards de début saison sur une petite section de cette pièce. La biomasse semblait correcte, mais elle ne fut pas échantillonnée, faute de budget.

Parcelle #2.25

Suite à un sarrasin, un mélange de 80 kg/ha d'avoine, 2 kg/ha de phacélie et 15 kg/ha de trèfle incarnat a été semé le 6 août. La couverture du sol fut excellente, la phacélie n'a pas pris beaucoup de place dans le mélange, mais le trèfle incarnat plus dense que dans les autres essais, a bien poussé. Dans les diverses sections de la parcelle, plus la céréale était faible, plus il prenait sa place. Le 15 octobre, la biomasse était excellente et le trèfle incarnat a continué à pousser jusqu'aux grands froids. Le rendement en potassium était particulièrement élevé. Il faut noter que le compost avait été épandu avant l'implantation, comme dans la pièce 2.32.

Parcelle #2.32

Le mélange de vivaces ayant mal passé l'hiver, on a labouré et semé un sarrasin. Des travaux de nivellement et de drainage ont été pratiqués avant le semis d'automne, le 9 août. Située plus bas que l'aire de compostage 2.31, cette pièce fut inondée après les fortes pluies de 2003 et le fossé nivelé, en 2002, était particulièrement affaissé. On a creusé un fossé en bordure du chemin et installé un chemin en haut de la pièce pour y diriger l'eau provenant de l'aire de compostage. La circulation intense des tracteurs et des équipements autour des aires de compostage cause, bien souvent, un problème de mauvaise pénétration de l'eau et le ruissellement. Des travaux de nivellement ont été effectués ; ils visaient à remplir la dépression causée par l'affaissement de

l'ancienne rigole. Après un épandage de compost, un mélange de 80 kg/ha de blé, 5 kg/ha de trèfle incarnat, 20 kg/ha de vesce velue, 20 kg/ha vesce commune et 20 kg/ha pois a été semé. Son développement fut relativement bon. Cependant, les sections fraîchement nivelées étaient un peu moins belles. Une culture des crucifères est prévue en 2005. La biomasse était inférieure à de la parcelle 2.25 ; elle était, toutefois meilleure que dans les autres pièces semées à la même époque mais où du seigle d'automne était employé comme céréale. Des planches ont été préparées à l'avance sur la partie la mieux drainée de la pièce pour tenter de cultiver des primeurs, sans labour, l'année suivante, en 2005.

Céréales pures

Parcelle #2.24

Le 24 septembre, après la récolte des courges, 200 kg/ha d'avoine furent semés pour couvrir le sol. Les plantes étaient peu développées le 15 octobre Cette parcelle ne fut pas échantillonnée. On observa une croissance active jusqu'en novembre.

2.3 Observation et mesure des résultats

Outils de mesure des résultats

Cinq grands axes d'observation étaient prioritaires pour le suivi du projet :

1. L'observation des plantes cultivées en engrais verts et la mesure des biomasses;
2. Un suivi soigné des sols;
3. Des observations et des prises de données sur le rendement et le comportement des cultures;
4. Des mesures des pressions de mauvaises herbes;
5. Une analyse économique des coûts et des bénéfices. (abandonnée faute de données disponibles)

2.3.1. Observation des engrais verts

Constitution des mélanges et choix des espèces

Les tableaux ci-dessous présentent les mélanges qui ont été semés durant les 3 années du projet. La méthodologie d'assemblage des mélanges est décrite par la suite.

Sigles utilisés

Avoine	Av	Raygrass annuel	Ran
Blé	Bl	Raygrass vivace	Rv
Brome des prés	Br	Sarrasin	Sar
Dactyle	Dac	Seigle d'automne	Sau
Fétuque rouge	Fét	Seigle de printemps	Spr
Fèverole	F	Trèfle blanc	Trb
Mélilot	Mel	Trèfle incarnat	Tri
Moutarde blanche	Mb	Trèfle rouge	Trr
Phacélie	Ph	Triticale	Trt
Pois	P	Vesce commune	Vc
Radis fourrager	Raf	Vesce velue	Vv

COMPOSITION DES MÉLANGES 2002

Les taux de semis sont en kg/ha

# parcelles	avoine	seigle	triticale	dactyle	brome	fétuque	raygrass	trèfle	trèfle	trèfle	trèfle	vesce	pois	féverole	phacélie	radis	moutarde	pds		
	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	mélange	
1,21																				
2,11 +2,21 +																				
2,31	80			1	6,5	3			5	3										98,5
2,12															7					7
2,14	30		30																	68
2,15	80															8				108
2,22+2,23+																				
2,24 +2,13	30		30																	
2,25	60																			106
4,11 +4,21			80				8			10										83
4,12																				140
4,13	80	100																		130
4,22																				140
5,3		90																		92
5,4		60													2					83
6,1		80																		103
6,2		80																		136
chemins	80			1	6,5	3	3	3	5											28
																				98,5

COMPOSITION DES MÉLANGES 2003

Les taux de semis sont en kg/ha

# parcelles	avoine	seigle	triticale	dactyle	brome	fétuque	raygrass	trèfle	trèfle	trèfle	vesce	pois	féverole	phacelie	radis	moutarde	pds	
	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	rouge	blanc	velue	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	en kg	mélange
1,22	80										30	20	20					155
1,23	80										30	20	20					155
1,24	80						10	5										100
1,25	40		40	1	6,5	3		5	3									98,5
2,12,2		150																170
2,14,1	80										20							120
2,14,2		100									40	3	4					127
2,14,3	80										40							120
2,15		60									20							90
2,22	80										20							120
2,23,1	160										30							160
2,23,3																		14
2,24																		14
2,32	80													4				100
3	40	40		1	6,5	3	10	4	3									97,5
4,11		150									20	20	20					210
4,12			80															80
4,13			150															150
4,22,1		120									40							160
5,2		120									40							160
7,1	80									10	20							110

Nous pouvons composer une gamme de mélanges différents et il y a lieu de faire des mises au point sur chaque ferme. Généralement, on peut se référer aux recommandations relatives à chacune des espèces utilisées pour trouver le taux de semis. En calculant selon la méthode de la règle de trois, il est facile d'obtenir ce taux. Dans notre projet, nous avons utilisé cette approche tout en conservant une marge de sécurité (semis à taux plus élevé) et ceci notamment, pour les implantations en août, où les risques de périodes de sécheresse étaient plus élevés

Par exemple, si on sème une céréale pure à 160 kg/ha, en mélange, on sèmera 80 kg/ha, et si la recommandation pour le trèfle incarnat est de 20 kg/ha en semis pur, on en mettra 10 kg/ha dans le mélange. Si on ajoute du pois dont le taux de semis recommandé est de 150 kg/ha (variable selon les cultivars) on en mettra 20 %, soit 30 kg/ha. Dans ce mélange, la céréale est semée à un taux d'environ 50 % du semis pur, le trèfle incarnat est à environ 50 % et le pois, environ à 20 %. On totalise environ un total de 120 % kg/ha des recommandations combinées. Ce résultat est suffisant pour assurer une bonne couverture, même si les conditions de levée ne sont pas optimales. Ces taux limiteront la compétition entre les espèces du mélange.

Dans tous les cas, la présence de 60, 80 ou 100 kg de céréales de printemps dans un mélange assurait une couverture rapide du sol, un enracinement bien réparti dans le profil de sol et un champ quasi exempt de mauvaises herbes. Les populations des mauvaises herbes étaient si peu élevées que nous n'avons pas jugé pertinent d'en faire le décompte sous les engrais verts. Lors des implantations hâtives de mélanges associés à des céréales en plante abri, aucune différence de rendement attribuable à des variantes de taux de semis des céréales n'a été observée.

Le facteur influençant le plus fortement la production de biomasse est la précocité de l'implantation en automne. A la fin du projet, nous nous sommes questionnés sur la possibilité de réduire le taux de semis de la céréale à 40 kg/ha, à l'exemple de certains mélanges américains du début du XXe siècle, cités par Pieters. Les parcelles seraient-elles aussi propres (sans mauvaises herbes), les légumineuses seraient-elles favorisées et les biomasses seraient-elles comparables ?

Tous les mélanges combinant céréales et légumineuses se sont avérés satisfaisants.

Le comportement de chacun des mélanges d'engrais verts utilisés durant le projet a été décrit à la section précédente. Des renseignements sur les espèces suivront l'interprétation des mesures de biomasses ci-dessous.

Mesure des biomasses

Durant le projet 56 échantillons d'engrais verts ont été prélevés et analysés par le laboratoire Agri-Direct: 16 échantillons en 2002, 25, en 2003 et 15, en 2004.

La méthode d'échantillonnage consistait à prélever deux échantillons d'un mètre carré, par parcelle, de la biomasse aérienne des engrais verts. Le budget dont nous disposions ne permettait

pas de mesurer séparément les biomasses de légumineuses associées dans le mélange, ni de comparer des résultats à des moments différents durant la croissance des plantes.

La procédure normale pour une analyse de tissus est de peser l'échantillon avant et après le séchage afin d'obtenir le taux de matière sèche (MS) qui permet d'interpréter les résultats des échantillons. Malheureusement, pour tous les échantillons de 2002, le laboratoire, certifié ISO 17025, a oublié de prendre les taux de matière sèche. Cependant le même laboratoire a appliqué la procédure correctement à un échantillon prélevé par un étudiant du cégep de Victoriaville dans le cadre d'un cours deux semaines avant notre échantillonnage (parcelle 4.13). Donc, pour ces échantillons, nous n'avons que des mesures de rendement sur une base humide : nous ne pouvons pas calculer la valeur en éléments nutritifs des plants au champ. À partir des résultats des échantillons des 2 années subséquentes (2003 et 2004), nous pourrions supposer que les taux de MS se situe entre 14 et 30 % : la très grande variabilité rend l'interpolation impossible.

Les analyses des 40 échantillons de 2003 et 2004 furent réalisées correctement. Cependant, il avait été projeté de prendre des échantillons dans les parcelles de prairie mixte à l'automne 2004. Ce projet n'a pu se concrétiser car le propriétaire, Pierre Raymond, a décidé de faucher sans avertir au préalable. Ce genre de problème se pose souvent lors d'essais réalisés sur des fermes.

Note : Le comportement des mélanges sera commenté aux pages suivantes. Un tableau des résultats échantillonnés sera présenté au début de chacun des types de mélange. Il est à noter que le tableau ne comprend pas toutes les parcelles ; le coût et le temps ne permettaient pas de prendre des analyses dans toutes les parcelles. Les champs les plus représentatifs ont été choisis.

Mélange avec seigle d'automne

Composition mélange	du	date de semis	de	date échantil lon	no de parcelle	rendement	rendeme nt			
						t/ha	t/ha	N	P	K
						humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Sau 100 - Vv 30		2 août		2002	4.12	16,1				
Sau 90- Ph 2		2 août		2002	4.22	9,7				
Sau 100-Vv 20- P3- F 4		17 juin		2003	2.14.2	18,88	3,2	134,8	12,5	93,4
Sau 120- Vv 15- Vc 25		16 août		2003	5.2	8,2	1,8	75,4	4,3	59,1
Sau 150		9 septembre		2003	4.11	7,2	1,5	53,7	4,8	42,6
Sau 150		9 septembre		2003	4.22.1	6,55	1,3	57,4	5,2	39,1
Sau 120- Vv 15- Vc 25		16 août		2003	4.22.2	20,9	3,6	148,2	12,7	122,2
Sau 80- Mel 8-Vv 20- P 20 -F20		6 août		2004	2.15	7,9	2,07	60,0	10,8	83,8
Sau 80- Vv 20- P 20- F 20		8 juillet		2004	2.23	12,93	3,39	105,0	13,6	73,2
Sau 150		7 septembre		2004	6.2	4,5	0,84	36,0	3,4	35,0
Sau 120- Vv 40		24 août		2004	4.21	8,9	1,66	53,3	5,8	59,6

Interprétation des résultats

Plus l'implantation est réalisée tôt en saison, plus les biomasses sont élevées et plus les niveaux d'éléments nutritifs sont intéressants. Tel que mentionné précédemment, dans la parcelle 2.14.2, le seigle a été presque éliminé par une inondation et la vesce velue a pris la relève. Ceci a fourni des taux de N et K élevés. Cependant le mélange de seigle et vesces, dans la parcelle 4.22.2 à taux de semis particulièrement élevé a donné une richesse en éléments nutritifs exceptionnelle en 2003. Si le seigle est détruit relativement tôt au printemps suivant, on peut prévoir des minéralisations relativement rapides au cours de la saison. Lors de printemps humides, le seigle poursuit sa croissance : à ce moment, il commence à se lignifier et il aura tendance à immobiliser les éléments lors de sa décomposition. Cependant, la composante de légumineuses minéralise généralement bien. Les pourcentages de N des échantillons sont entre 3 et plus de 4 %, ce qui donne une valeur fertilisante appréciable pour la culture ultérieure. De plus, les taux de potasse sont relativement élevés.

Mélange de légumineuses et de céréales

Composition du mélange	date de semis	date de échantillon	no de parcelle	rendement	rdt			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Trt 80-Tri 8- P 10	9 août	oct 2002	2.15	16,6				
Av 30- Trt 30- Tri 6- P 20- F 20	5 août	oct 2002	2.22+2.23+ 2.24 + 2.13	17,3				
Trt 80-Tri 8- P 10	9 août	oct 2002	2.32	18,1				
Trt 80-Vv 20- P 20- F 20	2 août	oct 2002	4.11 +4.21	19,3				
Av 80- Vv 20 -P20 – F 20	2 août	oct 2002	4.13	14,8	4,4	123,5	10,1	100,1
Av 80 -Tri 3- Vv 20	28 juillet	oct 2002	5.4	14,8				
Av 80- Tri 5- Vc 30- P 20- F 20	15 août	nov 2003	1.22	16,35	2,8	93,9	6,1	102,2
Av 80-Tri 5-Vv 10-Vc 20- P 20-F 20	15 août	nov 2003	1.23	16,13	2,8	117,2	6,4	80,2
Av 160- Tri 10	26 août	nov 2003	2.12.2	16,95	2,3	74,3	7,7	112,2
Bl 80- Vv 40	26 août	nov 2003	2.14.1	9,73	1,6	55,2	6,2	60,9
Bl 80- Vc 40	1sept	nov 2003	2.14.3	6,4	1,0	46,5	5,0	43,5
Spr 60 -Tri 10- Vv 20	28 août	nov 2003	2.15	12,15	1,8	60,1	12,5	78,2
Bl 80- Tri 10- Vv 30	28 août	nov 2003	2.22	14	2,2	96,7	9,2	107,2
Bl 80- Tri 15	1 septembre	nov 2003	2.24	5,33	0,8	45,2	4,3	35,8
Spr 80- Vc 20- P 20- F20	9 septembre	nov 2003	4.12	9,8	1,6	70,1	7,5	65,0
Av 80- Tri 10- Vv 20	16 août	nov 2003	7.1	21,45	3,6	129,0	9,0	82,0
Av 80- tri 15- Ph 2	6 août	oct 2004	2.25	27,78	5,08	106,8	17,3	215,0
Bl 80- Tri 5- Vv 20- Vc 20- P 20	9 août	oct 2004	2.32	18,43	2,64	79,1	9,8	97,0

On remarque une constante, plus on sème tôt, plus les biomasses ont tendance à être élevées ainsi que les quantités de N et de K. En 2004, c'est le mélange implanté dans la pièce 2.25 qui a fourni le plus gros rendement. Le niveau de K était très élevé par rapport à celui de N. Dans la majorité des cas, on obtient un taux de K de 65 à 150 % de celui du N. Malgré des pertes hivernales normales de ces deux éléments, on peut prévoir une contribution fertilisante intéressante pour les cultures subséquentes. Il est à noter que dans le calcul de la fertilisation, il faut convertir le K en K₂O en multipliant par le facteur 1,2.

Plus l'engrais vert est jeune, plus le % de N tend à dépasser les 4 %. Par contre, plus il vieillit, plus les taux se situent vers 3 %, voire un peu moins. En 2004, la biomasse sèche de 5 t/ha de la parcelle 2.25 révélait un résultat assez faible, soit un taux de N de seulement 2,1 %. Par contre, la teneur en N total dépasse 100 kg/ha et la teneur en K est très élevée. À l'autre extrême, en 2004, dans la parcelle 2.24, la biomasse sèche de blé et de trèfle incarnat pèse 800 kg/ha, mais elle contient 5,4 % de N. Ce fut le résultat le plus élevé parmi tous les essais.

Mélange de vivaces

Composition du mélange	date de semis	date de l'échantillon	no de parcelle	rendement	rendement			
				t/ha humide	t/ha M.S.	N Kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
Av 60- Ran 8- Trr 10- Tri 5	9 août	oct 2002	2.25	14,9				
Av 60- Ran 8- Trr 10- Tri 5	9 août 2002	18 juillet 2003	2.25	13,95	3,2	107,7	7,6	80,4
Av 80- dac 1- Br 6,5- Fét 3- Trr 5- Vv 10	9 août 2002	22 juillet 2003	2.32	33,6	7,6	212,6	12,9	104,0
Av 80- dac 1- Br 6,5- Fét 3- Trr 5- Vv 10	9 août 2002	nov 2003	2.15	26,65	5,7	164,6	12,5	74,4
Av 80- Rv 10- Trb 5- Trr 5	16 août	nov 2003	1.24	14,63	2,7	82,1	7,1	73,6
Av 40- Spr 40- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 3	15 août	nov 2003	1.25	14,58	2,6	88,2	6,5	85,4
Bl 80- Rv 10- Trr 10	28 août	nov 2003	2.32	11,6	1,9	63,9	6,4	75,9
Av 40- Spr 40- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 3	15 août	nov 2003	3	22,83	3,2	138,4	10,9	126,8
Av 80- Rv 10- Trb 5- Trr 5	16 août 2003	14 juillet 2004	1.24	38,55	6,59	191,2	15,8	114,7
Av 40- Spr 40- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 3	16 août 2003	14 juillet 2004	5.1	34,75	5,98	203,2	13,1	146,4
Av 40- Spr 40- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 3	16 août 2003	14 juillet 2004	7.2	26,75	4,20	155,4	10,1	73,9
Spr 80- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 5	25 mai	8 août 2004	4.13	33,33	4,63	143,6	13,9	165,4
Spr 80- Dac 1- Br 6,5- Fet 3- Trb 5- Trr 5	25 mai	8 août 2004	5.4	19,25	4,20	92,3	9,2	91,9
Av 80- Rv 10- Trb 5- Trr 5 - Mel 5- Vv 20	6 août	oct 2004	2.12	16,45	2,86	68,7	8,0	129,9
Sau 100-Trb 3-Trr 5- Mel 5-Vv 30	24 août	oct 2004	2.13	9,37	1,76	61,7	7,8	67,5

Les mélanges de vivaces mettent plus de temps à s'établir. Lors d'une implantation en mi-saison, c'est la plante abri qui fournit la biomasse la plus intéressante, la première année. L'année suivante, les biomasses sont élevées ou très élevées, parfois elles peuvent atteindre 6 à 7 t/ha de matière sèche lorsque la première coupe est tardive ; à ce moment les niveaux de richesse en éléments nutritifs sont proportionnels au rendement. La fauche imprévue en 2004 nous a fait perdre des données intéressantes, mais il est plausible de conclure que sur une ferme disposant de suffisamment de terre et visant une accumulation importante de matière organique et d'éléments nutritifs, l'implantation d'un mélange de prairie de légumineuses et de graminées vivaces est une stratégie des plus intéressantes.

La stratégie consistant à planter une prairie après une récolte hâtive comme l'ail d'automne, avant une culture tardive l'année suivante, comme une crucifère ou un épinard d'automne, a donné d'excellents résultats. Ceci ne repose pas toujours sur des données vérifiées, il fut impossible d'échantillonner, annuellement, dans toutes les cultures. Effectuer les mesures de tous

les essais du projet aurait nécessité trois fois le budget prévu à cet effet. Il est à noter que les observations visuelles ont confirmé l'intérêt de cette technique.

Ce type d'engrais vert présente plusieurs avantages. Son utilisation sera développée plus loin, à la conclusion et dans la brochure publiée sur le sujet.

Mélange avec des crucifères

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rendement			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Av 30- Trt 30- Raf 8	9 août	oct 2002	2.14	18,6				
Av 60- Vv 15- Raf 8	28 juillet	oct 2002	5.3	29,4				
Av 80- Tri 3- Vv 10- P 20- F20- Raf 3	2 août	oct 2002	6.1	26,5				
Vv 20-Raf 8	2 août	oct 2002	6.2	37,3				
Mb 12	26 juillet	oct 2004	1.24	12,65	3,73	70,9	13,4	70,9
Mb 6- Raf 6	4 août	oct 2004	7.2	14,85	3,07	30,7	7,7	69,2

En 2002, dans la majorité des cas, les rendements étaient typiques à ceux attendus pour des mélanges avec des crucifères. Les rendements élevés sur une base humide laissent entrevoir des richesses élevées et des valeurs fertilisantes appréciables. Les rendements plus faibles obtenus dans la pièce 2.14 peuvent s'expliquer par la forte compétition entre les espèces, d'ailleurs on y observait que le radis était plutôt pâle. En 2004, l'épandage d'un compost lessivé et appauvri peut expliquer les faibles rendements des biomasses et les teneurs basses en éléments nutritifs.

Mélange contenant de la phacélie

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rendement			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	Kg/ha	kg/ha	kg/ha
Ph 7	9 août	oct 2002	2.12	22,6				
Ph 4- Tri 10	19 juin	nov 2003	2.23.3	15,63	3,4	78,0	8,8	56,6

L'intérêt de la phacélie n'est pas l'abondance de la production de matière organique ou l'accumulation d'éléments nutritifs mais plutôt, son impact sur la faune auxiliaire. La plante se combine mal dans les mélanges que nous avons essayés. De meilleurs résultats ont été obtenus après la fin du projet, soit en 2005 et en 2006.

Sarrasin pur

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rendement			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Sar 50	3 juin	18 juillet 2003	1.11, 1.23, 1.24, 1.25. 3	26,3	4,2	83,1	11,6	140,9

Le sarrasin a deux intérêts principaux : il offre un engrais vert dont la croissance est terminée après 5 ou 6 semaines, et il pousse dans des sols pauvres ou très pauvres. Il n'est pas très riche en N sur les parcelles n'ayant pas reçu de fumier, mais il est bien connu comme un excellent extracteur de K. Rares, sont les plantes capables de produire une telle biomasse dans un si court laps de temps. Tout comme le seigle d'automne, le sarrasin est une excellente plante indicatrice des zones pauvres et souffrant de mauvais drainage Malgré leur facilité d'adaptation, ces plantes se développent mal dans de mauvaises conditions, sols pauvres ou souffrant d'excès d'eau. On peut alors prendre des mesures pour améliorer ces zones avant la mise en culture des légumes.

Céréales seules

Composition du mélange	date de semis	date échantillon	no de parcelle	rendement	rendement			
				t/ha	t/ha	N	P	K
				humide	M.S.	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Bl 160	1 septembre	nov 2003	2.23.1	3,75	0,7	25,5	2,3	21,5
Bl 150	9 septembre	nov 2003	4.13	4,6	0,9	37,4	3,8	29,7

Les céréales pures restent des engrais verts des plus faciles à réussir. De plus, ils ont de bons effets structurants sur les sols par leurs racines fasciculées. Dans le cadre du projet, on les implantait souvent tardivement, en saison. Les seigles d'automne ont un système racinaire plus développé que les autres céréales. En 2003, les résultats obtenus de semis du 9 septembre démontrent leur supériorité sur le blé de printemps, tant au niveau de la production de biomasse que de l'accumulation d'azote. D'autre part, les céréales de printemps offrent un gros avantage : elles meurent en hiver et on n'a pas à les détruire aux printemps. Semées tardivement, elles couvrent bien le sol à l'hiver, très peu au printemps et habituellement, leurs résidus ne nuisent pas à la préparation du sol.

Comportement des espèces

Les espèces suivantes ont été utilisées :

Céréales :

Les céréales : avoine, seigle d'automne et de printemps, blé, triticale de printemps ont eu des comportements satisfaisants, sauf en 2002, alors que le semis un peu hâtif permettait l'atteinte du stade épiaison, avant le gel. La maturité entraîne la formation de paille : ceci est peu désirable ; la minéralisation sera réduite car le rapport C/N sera plus élevé. Il faut se souvenir que dans les cultures légumières, les engrais verts précédents ont été implantés pour structurer et nourrir le sol, ainsi que pour favoriser son activité biologique par l'apport de matière organique labile. Évidemment, si on vise un apport de matières humifiées dans un sol pauvre en humus, les pailles offrent un grand intérêt.

Généralement toutes les céréales se sont bien comportées et ont offert de bons rendements, elles jouaient le rôle de plante-abri dans les mélanges. L'avoine est réputée être la plante la plus adaptée aux conditions fraîches et humides de l'automne, mais c'est celle qui se dégradait le plus à mesure que la saison avançait. Souvent, la rouille affectait le feuillage

Le seigle d'automne a presque toujours donné de bons résultats et il s'est avéré très pratique comme engrais vert d'été : il n'épie pas la première année. Son grand défaut demeure la croissance abondante durant les printemps humides où on voudrait le détruire pour procéder à l'implantation des cultures. On a alors un problème mécanique avec les résidus trop abondants. On peut même noter des problèmes de phytotoxicité à la germination des légumes, dans certains cas.

Graminées vivaces :

Les graminées vivaces utilisées dans le projet étaient surtout un mélange de 3 espèces : dactyle pelotonné, fétuque élevée et brome des prés assemblés par la compagnie Pickseed dans des proportions de 1-3-6.5 kg/ha. Ce mélange a été utilisé dans les prairies en combinaison avec des trèfles et d'autres légumineuses. On a aussi enherbé les aires de compostage, les allées et les bordures de champs. On fauche ces espaces et on récupère la récolte pour la composter. En 2006, les rendements se maintiennent, malgré que l'on n'ajoute aucune fertilisation.

Le brome des prés repousse à partir de rhizomes, comme le chiendent. C'est une espèce à éviter. Il se répand dans les parcelles à partir des bordures et des chemins. Malgré qu'il soit moins nuisible que le chiendent, on en trouve un peu partout dans les parcelles. Il se répand facilement par l'action de la rotobutteuse.

Le ray-grass vivace fut inclus dans quelques mélanges de foin et son implantation fut réussie. Un semis effectué la dernière semaine d'août dans une pièce mal drainée n'a pas survécu à l'hiver.

Pourquoi n'a-t-on pas utilisé de mil ou fléole des prés dans les essais ? Le système racinaire du mil est superficiel et c'est une plante qui donne un faible regain en conditions sèches. Le dactyle pelotonné est un meilleur choix : c'est une graminée passe-partout, très compétitive contre le chiendent.

Graminée fourragère annuelle :

Le ray-grass annuel a été implanté, en intercalaire, dans le maïs sucré, en mélange avec du trèfle blanc. Le résultat fut variable, comme on le rencontre fréquemment dans les intercalaires. Lorsqu'il fut associé à du trèfle rouge en 2002, la repousse fut faible au printemps 2003. Le ray-grass utilisé comme annuelle est un ray-grass bisannuel originaire d'Italie et il repousse fréquemment au printemps, avec une vigueur moindre de celle de la première année. C'est une espèce qui aime l'humidité et l'azote ; elle se développe mal sans fertilisation et dans des conditions sèches.

Légumineuses :

Dans le cas des légumineuses, on peut généraliser en disant que, si l'objectif est d'obtenir une teneur en N abondante à l'enfouissement, il faut semer suffisamment tôt pour obtenir une biomasse élevée. Forcément, les implantations tardives n'auront pas le temps de produire des biomasses très importantes, ni d'accumuler beaucoup d'azote par fixation ou par prélèvement dans le sol.

Certes, un faible développement entraîne un contenu faible en éléments nutritifs ; cependant, cela est préférable à laisser le sol à nu. De plus, Scheller a démontré qu'au delà du N contenu dans la biomasse aérienne, les racines de légumineuses étaient importantes pour l'enrichissement du sol en N, particulièrement sous forme de protéines et d'acides aminés, tant dans les matières organiques fraîches que dans l'humus. Ces fractions de N n'ont pas été mesurées par l'échantillonnage classique qui ne tient compte que de la partie aérienne des plants. Le

développement du plant accroît l'activité biologique du sol ; ce facteur positif est souvent négligé.

On peut probablement généraliser en disant qu'en considérant le coût élevé des semences de légumineuses, il est préférable de les semer avant la mi-août. Il faudrait viser à les implanter au début du mois d'août, sauf si on escompte une repousse l'année suivante, par exemple, dans le cas des trèfles vivaces, du mélilot ou de la vesce velue; bien que la survie de cette dernière soit aléatoire. Dans les régions les plus avantagées sur le plan climatique, on peut réussir à implanter ces espèces en première partie du mois et obtenir d'excellentes repousses le printemps suivant avant une culture tardive, ou sur la saison complète. Cependant, parfois la survie de ces espèces est compromise par le soulèvement du sol par le gel durant l'hiver

Parmi tous les mélanges de vivaces, ceux contenant du trèfle rouge ont souvent démontré les meilleures teneurs en azote. Le trèfle rouge s'est implanté rapidement et il a bien repoussé à la 2^e année ; dans un cas, il a même connu une bonne 3^e année. D'autre part, il faut noter qu'un semis tardif sur une pièce mal drainée a été détruit durant l'hiver. Le cultivar 'Tempus' de la compagnie Pickseed s'est avéré particulièrement intéressant pour sa persistance. Dans les aires de compostage, où il est fauché pour être composté, en 2006, on en trouvait encore des quantités appréciables.

En général, plus la céréale est forte, plus le trèfle incarnat est faible ; dans des céréales moins réussies, il est plus beau. Selon Jobin et Douville, la biomasse racinaire atteint 10 à 25 % de la biomasse aérienne. Cette espèce démarre bien dans des conditions humides et fraîches. Dans un cas, on a vu une repousse printanière, mais le démarrage était peu vigoureux ; les plants ayant été affaiblis par la rigueur de l'hiver. Pendant les automnes doux et humides, il poursuit sa croissance très tard. Il était l'une des composantes des mélanges légumineuses céréales ayant fourni le meilleur taux en azote, l'automne 2003 et en potasse, à l'automne 2004. Dans la pièce 2.25, en 2005, la culture de chénopodiacées fut particulièrement bien réussie.

En intercalaire, le trèfle blanc s'est bien établi dans les zones où la culture de maïs était peu dense, et inversement, il était faible dans les zones où la culture de maïs était forte ; c'est un résultat qui était attendu. Dans plusieurs mélanges, lorsqu'il était associé au trèfle rouge, les teneurs en N furent les plus élevées des essais. Il couvre bien le sol au fond du mélange et limite le développement des mauvaises herbes. Il faut mentionner un avantage non négligeable du trèfle blanc : il se propage par stolons en couvrant le sol graduellement et la quantité de graines par kg est quasiment 4 fois plus élevée que celle du trèfle rouge. Les taux de semis devraient être ajustés en conséquence. Nous avons tenté d'obtenir du trèfle blanc nain sauvage à taille basse dont l'usage en intercalaire est moins risqué quant à la compétition avec la culture, mais les semences n'étaient pas disponibles. C'est une espèce qu'on peut naturaliser sur la ferme et laisser se développer naturellement en fin de saison en intercalaire, sans grands risques : le feuillage demeure rampant et le système racinaire est peu profond. Dans les essais, des hybrides modernes de trèfle à pâturage furent utilisés. Pour obtenir un bon rendement dans un mélange de prairie, il est préférable de choisir un cultivar feuillu à long pétiole.

Dans le cas où la croissance de la vesce velue est bonne, comme en 2003, où elle a dominé le seigle endommagé par les pluies excessives (dans la pièce 2.14.2), elle fixe l'azote en abondance.

Cette espèce s'est montrée particulièrement adaptée à des conditions d'humidité élevée, mais dans les zones complètement inondées, sa croissance fut chancelante. Aux États-Unis, où les automnes et les hivers sont plus cléments et les printemps plus hâtifs, son caractère bisannuel et sa forte capacité de croissance en font un engrais vert très prisé. Le défaut de cette plante est la lenteur de son établissement; elle met plusieurs semaines à couvrir le sol. La combinaison avec une céréale annuelle ou un seigle d'automne est recommandée pour garder le terrain exempt de mauvaises herbes. Dans un terrain où la pression de mauvaises herbes est faible, elle peut s'implanter en semis pur. En intercalaire, si elle pousse abondamment et elle monte autour des tiges de la culture, elle peut aller jusqu'à la recouvrir. Il est avantageux de lui offrir une céréale en plante abri car elle s'y agrippe avec ses vrilles.

Le mélilot ne fut implanté qu'en 2004 et son comportement ne sera observé qu'au début de 2005. Il était abondamment utilisé au début du siècle dernier dans le Midwest américain. Il exige un taux de calcium suffisamment élevé pour bien croître. Au début du projet, le pH était relativement bas et les amendements calcaires étaient fractionnés, donc il nous a fallu attendre avant de semer cette plante. Elle peut être utilisée en intercalaire si le risque de compétition n'est pas trop élevé. Bisannuelle (elle existe aussi sous forme d'annuelle) elle peut être implantée une année donnée et le moment de son enfouissement est très polyvalent : durant l'automne du semis, au début du printemps, en cours de printemps après une repousse printanière ou en début d'été au moment de la montaison. Elle fleurit durant le deuxième été. Si on la laisse aller, la tige se lignifie, elle produira un humus riche en N. Par contre si les graines mûrissent, on peut en sarcler longtemps. Ses racines pivotantes offrent un grand intérêt pour ouvrir un sous-sol compact ; idéalement on passe, alors une sous-soleuse avant son implantation.

La semence de vesce commune n'était pas disponible en 2002. Elle fut combinée à diverses légumineuses en 2003. Comme pour les autres légumineuses en mélange, l'obtention d'une biomasse importante par un semis plus hâtif est plus intéressante si on recherche une teneur en N élevée. En mélange avec un blé, en semis tardif en 2003 (2.14.3), elle a permis une accumulation plus grande de N et de K que dans un blé pur semé la même journée (2.23.1). En mélange, le blé démarre plus vite que la vesce velue et couvre potentiellement bien le sol si la pression de mauvaises herbes est modérée. Semée tôt elle, peut produire 5 t/ha de matière sèche avec une teneur de 150 kg/ha d'azote.

La féverole est dotée d'un puissant système racinaire. Son port est dressé. Cette espèce se comporte bien en mélange et résiste bien au froid. La semence fut la plus grosse utilisée dans les essais : ceci explique, qu'en semis pur, son taux de semis soit si élevé (160 kg/ha).

Depuis une douzaine d'années dans des essais personnels, le chargé de projet avait observé à moult reprises la croissance tardive d'espèces de légumineuses et particulier, les vesces velue et commune ainsi que le trèfle incarnat jusqu'aux redoux de décembre. Ces espèces continuaient leur croissance après le gel des céréales. Ce résultat attendu n'a pas été observé durant les automnes 2002 et 2003. Il faut faire remarquer que ces automnes furent relativement froids. La neige est arrivée en fin d'octobre. Ceci a rendu difficile la prise d'échantillons de biomasse et de sol. Il y eu un beau mois de novembre en 2004. Cependant, les prises de données ont été faites

plus tôt pour ne pas être pris au dépourvu comme durant les années précédentes. Décembre a été très froid, la croissance des légumineuses s'est arrêtée.

Phacélie

La phacélie est une espèce fortement mellifère, sa floraison abondante attire massivement les insectes de la ferme, au point de nuire potentiellement à la pollinisation des cultures (observations du chargé de projet 1981-1985). Cette plante offre un important potentiel pour aider à bâtir les populations d'insectes et contribuer à la biodiversité et à l'équilibre écologique de la ferme. Bourdons et abeilles la fréquentent en abondance. Cependant, si les bourdons sont nombreux, les abeilles se trouvent souvent déplacées car elles ne se posent pas sur la même inflorescence en même temps. Nombre d'autres insectes visitent le champ ; entre autres plusieurs auxiliaires dont on vise à augmenter l'activité dans le but de réduire les dommages par les insectes ravageurs des cultures. Le bruit des insectes dans un champ de phacélie en fleurs est impressionnant et dépasse fortement en ampleur celui qu'on entend dans un champ de sarrasin. Normalement, la phacélie fleurit environ six semaines après le semis. Des implantations de fin de saison entre 1981 et 1985 avaient donné de bonnes floraisons. Durant notre projet, seul le semis d'été a fleuri correctement. Aucun mélange n'a donné de résultats très satisfaisants.

Selon l'expérience du chargé de projet, il existe 2 méthodes pour réussir l'implantation de la phacélie: semer en lignes avec un semoir à légumes puis sarcler une fois, ou utiliser un semoir à prairies de type Brillon qui répartit correctement les graines et assure une bonne germination et une bonne couverture du sol.

Crucifères

Plusieurs crucifères sont utilisées en engrais verts d'automne. Elles ont en commun d'être exigeantes en azote et de bien réagir à un apport de fumier, de lisier ou de compost ; elles protègent ceux-ci contre le lessivage. Sans fertilisation, elles se développent mal. Les racines sont fortement développées. Semées tôt en saison, elles produisent des graines viables, ce qui demande des précautions, alors que semées à partir de la fin de juillet, les conditions automnales ne favorisent pas la maturation des semences. Le canola est habituellement contaminé par des OGM et ne peut être semé en culture biologique.

La moutarde blanche est appréciée comme engrais vert d'automne dans les fermes de grandes cultures à cause du très faible coût des semences. On sème habituellement à environ 10 kg/ha, mais le chargé de projet a déjà obtenu un excellent engrais vert à des taux de 4 kg/ha. Dans la région des diverses crucifères, on contrôle habituellement le calibre des légumes par l'espacement. Les plants de cette famille ont le potentiel de prendre une grande expansion lorsqu'ils disposent d'espace en abondance et de rester plus petits lorsqu'ils sont plus serrés. Cela s'applique aussi pour les engrais verts. Le risque est qu'en conditions sèches, un faible taux de semis lève mal et couvre mal le sol, favorisant l'implantation des mauvaises herbes. La moutarde se combine bien au radis et à des céréales. On n'a pas réussi de bons mélanges avec des légumineuses lors du projet mais il y avait du radis au port plus prostré dans les essais. On trouve aussi de la semence de moutarde orientale sur le marché ; le plant se comporte sensiblement de la même façon que la moutarde blanche.

Il existe deux types de radis, le radis huileux dont les racines sont moins grosses et le radis fourrager dont les semences ressemblent à celles d'un Daikon. C'est ce dernier type qui fut utilisé dans les essais. Les radis possèdent la réputation de décompacter les sols compacts et les semelles de labour. Après 20 ans d'observation, le chargé de projet arrive à la conclusion suivante : dans le sol dur la racine pivotante de ces plantes ne prend pas d'expansion et laisse très peu de matière sèche dans la zone compacte. Le comportement du radis fourrager est alors spectaculaire. Comme le sous-sol est trop dur, il poursuit sa croissance en dehors du sol et peut s'élever parfois à plus de 30 cm au dessus de la surface du sol, atteignant parfois un diamètre de plus de 10 cm. La pratique recommandée consiste à diagnostiquer la compaction avant l'implantation et d'ameublir le sol le plus profondément possible avant de semer. Le radis développe alors des racines plus larges et laisse une matière organique en profondeur qui aidera à approfondir la zone structurée. L'année suivante, on observe la colonisation de cette zone par l'activité biologique et les racines des cultures ultérieures.

Une pratique particulière : Séquence de prairie en engrais vert dans la rotation

La culture de prairie est une pratique courante sur les fermes d'élevage québécoises. Certains maraîchers insèrent pendant une période de la rotation, une séquence de 1 à 4 ans d'une prairie mixte de légumineuses et de graminées. Diverses options de régie sont possibles et la pratique peut facilement se faire en collaboration avec un voisin qui plante et utilise le foin.

Une façon de faire est d'implanter la prairie et de laisser toute la végétation en engrais vert. On fauche ou on broie une ou deux fois par année et on laisse la végétation au sol. Il est très important, dans ce cas, d'inclure des graminées qui donnent un bon regain, comme le dactyle, et qui utiliseront l'azote issu de la décomposition au sol de la prairie. Ceci réduit le lessivage. Ce mode de régie est pratiqué par des agriculteurs végétaliens qui excluent l'utilisation de fumier. Une deuxième procédure consiste en une récolte partielle d'une ou parfois deux coupes de foin par année qui servent soit de paillis nutritif, soit de matériaux à composter. Annuellement, il faut laisser au moins une coupe de foin au sol, idéalement 2. Une troisième façon de faire consiste à prélever 1 ou 2 récoltes de foin pour les donner à des animaux. Le fumier sert à fertiliser les sols pour les cultures maraîchères. Dans le bilan des minéraux, il faut reconnaître que la récolte de foin exporte beaucoup de minéraux, entre autre le potassium, important pour les cultures.

La culture de prairie comme engrais vert enrichit le sol, surtout par l'azote fixé par les légumineuses. En outre, les plantes de prairie sont des extracteurs très efficaces de minéraux insolubles du sol ce qui améliore la productivité de la ferme sans achats d'engrais. Ce n'est généralement pas suffisant pour soutenir la production de légumes, fortement exportateurs de potassium et d'azote. Les types de matières organiques produits par la prairie laissent plus d'humus au sol que toute autre forme d'engrais verts.

Il faut comprendre ce qui se passe lorsqu'on fauche une prairie de plantes vivaces : il y a un arrêt temporaire de la végétation avec une mort d'une quantité importante du tissu racinaire réparti dans le sol, puis avec la croissance du regain, de nouvelles racines se forment, ce qui est suivi par une nouvelle décomposition de racines à l'hiver ou lors de la coupe suivante. La répétition de ce phénomène laisse une grande abondance de matières organiques humifiables très bien réparties dans le profil. La structure du sol devient beaucoup plus stable que lorsqu'il est travaillé à

répétition ; l'activité biologique s'en trouve accrue. Les populations de vers anéciques (les lombrics qui colonisent en profondeur) se régénèrent car elles se développent bien lorsque le sol n'est pas bousculé.

Un avantage important d'une séquence de 2, 3 ou 4 ans de prairie est la réduction de la banque de graines de mauvaises herbes, de même que, des populations d'insectes et de maladies qui affectent couramment les cultures horticoles. Cependant, on peut s'attendre à une prolifération de certaines larves, comme le ver fil de fer, le hanneton et le vers gris. En outre, l'utilisation du brome des prés dans les mélanges a posé un problème lors de la destruction de la prairie. Cette espèce développe des rhizomes et repousse un peu dans les cultures.

Certaines mauvaises herbes vivaces se développent dans une prairie lorsque la végétation est endommagée par le gel hivernal. Le chiendent peut poser des ennuis importants sur retour de prairie et il doit être surveillé de près. Il a tendance à venir coloniser les bordures de champs; ses rhizomes se développent près des chemins ou des allées. Une jachère réduira ces problèmes, ainsi que celui des larves d'insectes. Voir la brochure de Jean Duval sur la lutte au chiendent Le travail d'une largeur supplémentaire au bout des parcelles est recommandé, car les vivaces en profitent pour envahir le champ à partir de ces zones.

2.3.2. Suivi des sols

On retrouve deux séries de sols sur la ferme: du sable loameux Saint-Jude, sur une petite superficie, et la plus grande partie est du sable Saint-Samuel, très pauvre, très peu évolué et dont le drainage naturel est mauvais. De plus, des superficies importantes de la ferme sont couvertes par une variante du Saint-Samuel qui présente une couche organique partiellement ou peu décomposée. Son contenu en matière organique varie de 10 à 70 %. Le comportement cultural est assez différent du sable dont les taux de matière organique se situent entre 4 et 5 %.

Le très mauvais drainage naturel du sol Saint-Samuel explique son état : la matière organique se décompose mal et les horizons sont très clairement délimités. Le sol est particulière, très dense en profondeur et l'eau y pénètre très lentement. Une fois les fossés nettoyés et un réseau de drains souterrains installé, les racines des engrais verts de même que l'activité biologique résultant de leur décomposition devraient contribuer à structurer ce sol et à le faire évoluer. Évidemment, des mesures appropriées telles le drainage souterrain et le nettoyage de fossés sont prioritaires. La fertilisation organique à base de compost, le chaulage et des opérations culturales mécanisées sont à prévoir pour améliorer la structure.

Le premier ensemble de mesures choisi afin de vérifier l'impact des engrais verts sur l'évolution du sol fut la méthode de l'étude du profil cultural.

Trois profils de sol furent choisis soigneusement : ils sont les sols les plus représentatifs de la ferme. Le profil 1 était situé sur un Saint-Jude et le profil 2 sur un Saint-Samuel minéral ; la variante organique a fait l'objet de l'étude du profil 3. Le profil 1 a été étudié dans la parcelle 2,12, le profil 2, dans la parcelle 2,14 et le profil 3, dans la parcelle 4,21.

Ils furent géo référencés à une précision de 30 cm par la Société coopérative agricole des Bois-Francis, et une entente avait été prise afin de retrouver les sites exacts en 2004. Pour chacun des trois profils choisis, une première étude fut effectuée à l'été 2002 et une seconde à l'automne 2004. Cependant, à l'automne 2004, la SCA des Bois-Francis, prétextant la lourdeur des tâches, n'était plus disponible pour nous aider avec le GPS (géopositionné par satellite). Les piquets repères posés en bordure des champs en 2002 ont été malheureusement arrachés par des vandales; ensuite, nous les avons replacés approximativement. Donc, à la fin du projet, ces piquets nous ont servi de référence et il se peut que l'exactitude de nos résultats ait été faussée. Il faut noter que les sites étaient cependant assez rapprochés entre eux et que la comparaison demeure valide.

Les observations suivantes ont été réalisées: mesure d'épaisseur de chacune des couches, humidité, couleur, pierrosité, structure, quantité et état de décomposition des matières organiques, racines, activité biologique et taches.

Des analyses granulométriques et conventionnelles des 3 couches du profil ont été effectuées en laboratoire, de même qu'une analyse des taux d'azote total de chaque horizon.

Afin d'évaluer la structure des horizons, des mesures du diamètre moyen pondéré et de la distribution des agrégats stables furent effectuées par le laboratoire Cogisol. Marc Laverdière de

l'IRDA et de Cogisol nous a assisté dans les études de profil et a effectué les prélèvements lui-même pour en assurer la validité. Il a ajouté les résultats du pH eau (H₂O), des analyses de matière organique, de masse volumique apparente, d'humidité et le calcul du rapport C/N aux analyses prévues.

Avant de procéder à l'étude des résultats, on explique les travaux préalables. Ces champs servaient de pacage extensif depuis une génération, des bovins de boucherie se déplaçaient librement. Le drainage avait été négligé. En 2001, un labour des champs a été effectué. Habituellement, sous de telles conditions, les résidus de racines des prairies ont un impact important sur l'agrégation des sols. Normalement, si aucun effort d'amélioration n'est apporté, on constate que la structure de ces sols fragiles commence à se dégrader après la mise en culture.

Il est bon d'ajouter qu'un passage de bulldozer a été fait avant toutes les prises de données de 2002. Particulièrement, sur les profils 1 et 2, tout le sol de l'horizon Ap (p pour plowed, c'est à dire l'horizon A faisant l'objet de méthodes culturales) avait été déplacé vers les côtés du champ avant le nivellement. De plus, tout le travail fait avec ces machineries lourdes avait été exécuté en conditions de sol très humides.

Résultats d'analyse de la Ferme Cogisol au début du projet

Analyse 2002

Analyse texturale* des échantillons prélevés à la ferme « Les Jardins de Pierrot »

Horizon	Profondeur	Texture	% Sable					%Limon	%Argile
			TG	G	M	F	TF		
	cm								
PROFIL 1									
AP	0-28	Sable loameux fin	1,0	3,6	10,9	43,5	22,0	16,0	3,0
Aefg+Bfj	28-55	Sable loameux fin	0,9	2,0	7,2	32,1	39,0	17,5	1,3
Bg	55-67	Loam sableux très fin	0,0	0,3	1,4	12,7	57,2	25,1	3,3
Cg ₁	75-140	Loam sableux très fin	0,0	0,0	0,4	7,0	58,2	32,4	2,0
Cg ₂	>140	Loam sableux très fin	0,1	0,2	0,6	9,1	51,2	33,5	5,3
PROFIL 2									
Ap	0-17	Sable très fin	1,7	4,9	18,6	37,5	15,2	18,1	4,0
Bf	17-40	Sable très fin	2,7	6,2	21,7	46,7	14,5	7,2	1,0
Bf _c	40-64	Loam sableux très fin	0,4	1,3	2,4	8,1	50,0	32,1	5,7
C ₁	64-05	Loam sableux très fin	0,1	0,3	0,9	10,0	52,4	29,4	6,9
C ₂	>105	Loam sableux très fin	0,0	0,2	0,4	9,3	59,9	27,5	2,7
PROFIL 3									
Oh	0-30	Organique							
C ₁	30-60	Sable très fin	0,0	0,8	7,5	62,7	21,1	5,9	2,0
C ₂	60-70	Loam	0,2	0,7	2,4	20,2	16,3	41,3	18,9
C ₃	70-120	Loam	0,0	0,4	2,1	20,2	20,3	43,0	14,0
C ₄	>120	Loam	0,0	0,5	1,9	25,4	22,6	39,2	10,4

Une analyse texturale des 3 profils a été réalisée au début du projet par monsieur Marc Laverdière de l'IRDA, au Laboratoire Cogisol.

Le profil 1 est un sable St-Jude et le profil 2, un sable St-Samuel. Ce qui ressort des deux analyses granulométriques : c'est la teneur extrêmement faible en sable grossier et très grossier. Les fractions très élevées de sable fin et très fin combinées à une fraction limoneuse importante confèrent à ces sols une forte densité et une imperméabilité exceptionnelle à l'eau. Les pédologues ont d'ailleurs classé le St-Samuel dans la catégorie 5. Il est recommandé de le réserver à des fins de pâture ou de foresterie.

Le St-Samuel organique du profil 3 est différent en ce sens : en profondeur, il est plus riche en limon et il contient plus d'argile. Comme dans le profil minéral, l'eau s'infiltré très lentement.

2002

Masse volumique apparente, DMP, % agrégats >1 mm

Horizon	Profondeur (cm)	Masse volumique apparente (g cm ³)	% des agrégats >1 mm	Diamètre moyen pondéré (mm)
PROFIL 1				
Ap-1	0-28	1,264	32,0	1,13
Aefg+Bfj	28-55	1,54	4,63	0,91
Bg	55-67	1,72	9,85	0,41
Cg1	75-140	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée
Cg2	>140	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée
PROFIL 2				
Ap	0-17	1,35	14,5	0,53
Bf	17-40	1,71	4,35	0,12
Bfc	40-64	1,80	6,30	0,19
C1	64-105	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée
C2	>105	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée
PROFIL 3				
Oh	0-30	0,46	27,4	0,95
C1	30-60	1,63	2,24	0,07
C2	60-70	1,77	21,2	0,60
C3	70-120	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée
C4	>120	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée

Analyses chimiques d'échantillons de la ferme « Les Jardins de Pierrot »2002

Horizon	Profondeur (cm)	pH_{eau}	% de matière organique	% Azote*	Rapport C/N**
PROFIL 1					
Ap	0-28	5,76	4,09	0,18	13,12
Aejf+Bfj	28-55	5,23	1,23	0,03	23,6
Bg	55-67	4,85	0,48	0,01	28
Cg1	75-140	4,71	0,40	0,01	23
Cg2	>140	4,42	0,46	0,02	13,5
Profil 2					
Ap	0-17	5,50	4,08	0,14	16,9
Bf	17-40	5,14	0,96	0,07	8,0
Bfc	40-64	5,46	0,73	0,02	21
C1	64-105	5,33	0,60	0,03	11,5
C2	>105	6,18	0,60	0,01	35
Profil 3					
Oh	0-30	5,18	70,53°	1,92	21,3
C1	30-60	5,70	0,73	0,03	14
C2	60-70	6,82	0,89	0,02	26
C3	70-120	7,02	0,40	0,02	11,5
C4	>120	7,39	1,02	0,01	59

Résultats d'analyse de la firme Cogisol à la fin du projet (octobre 2004)

Masse volumique apparente des échantillons prélevés en octobre 2004.

Horizon	Masse volumique apparente* (g/cm ³)	Horizon	DMP (mm)	Dimensions des agrégats >1 mm
Profil 1				
Ap	1,33	Ap	0,90	25,5%
Ae (discontinu)	1,60	Aefg+Bfj	0,23	4,0%
Bfj	1,39			
Bg	1,79	Bg	0,08	1,2%
Cg	1,89			
Profil 2				
Ap	1,37	Ap	1,11	17,4%
Bfj	1,61	Bgj+Bfj	0,09	8,8%
Bg	1,83	Bg ₁	0,19	1,5%
Cg	1,85	Cg ₁	0,06	0,1%
Profil 3				
Ap ₁	0,82	Ap ₁	1,04	36,0%
Ap ₂	1,12	Ap ₂	0,80	25,1%
Oh	0,17	Oh	2,29	85,1%
Cg ₁	1,66	Cgj ₁	0,02	16,0%
Cg ₂	1,91	Cgj ₂	0,12	0,4%

Il n'y a pas de changements dans les masses volumiques apparentes entre le début et la fin du projet malgré deux passages de sous-soleuse en 2002 et 2003, en particulier dans les horizons B et C très denses. Dans le profil 3, on observe une modification de l'horizon superficiel qui a

évolué suite aux labours et aux pratiques culturales. Au départ l'horizon Oh (70 % matière organique) occupait tout l'horizon de surface, alors qu'après 3 saisons de culture, on retrouve un horizon A à 11 ou 12 % de M.O. et le Oh en dessous.

En ce qui a trait au diamètre moyen pondéré, le seul changement important se situe dans l'horizon A du profil 2 où le diamètre moyen a doublé. Dans le profil 1, on observe une légère réduction. Le pourcentage des agrégats supérieurs à 1mm suit à peu près la même tendance. La transformation de l'horizon de surface du profil 3 ne permet pas de comparer les analyses.

Quelques propriétés chimiques des échantillons prélevés à la ferme en octobre 2004

Horizon	Matière organique.	N _{total} **	C/N	pH _{eau}
	(%)	(%)		
Profil 1				
Ap	5,55	0,167	19,3	6,78
Ae+ Bf _j	2,94	0,046	37,2	5,98
Bg	0,60	0,015	23,3	5,90
Profil 2				
Ap	4,15	0,136	17,7	6,91
Bf _j	0,62	0,013	27,7	5,99
Bg	0,10	0,008	7,5	5,64
Cg	0,18	0,008	12,5	6,25
Profil 3				
Ap ₁	11,43	0,352	18,8	6,24
Ap ₂	12,77	0,333	22,3	6,12
Oh	62,76	1,688	21,6	5,85
Cg ₁	0,27	0,007	22,9	6,39
Cg ₂	0,40	0,012	19,2	4,22

La transformation la plus évidente, après 3 chaulages fractionnés, est la hausse du pH dans presque tous les horizons.

Il y a des variations mineures dans les taux d'azote des sols. Évidemment le profil 3, une terre noire, est beaucoup plus riche, en particulier l'horizon Oh. Le rapport C/N de l'horizon Oh est le même, malgré que la concentration en matière organique se retrouve, en 2004, sous une couche beaucoup plus minérale.

Considérant que le taux de matière organique a monté dans l'horizon A du profil 1, le rapport C/N est un peu plus élevé.

On ne peut pas conclure à des changements majeurs après 3 saisons d'engrais verts et de cultures.

Résultats d'analyse des profils au début et à la fin du projet par le laboratoire Agri-Direct

Résultats d'analyses de sol des 3 profils au début (juillet 2002)

	pH (eau)	pH tampon	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Al (ppm)	saturation P P/Al	saturation K %	saturation Mg %	Saturation Ca &	Saturation K+Mg+Ca	CEC	M.O. %
Profil 1														
Horizon AP	6	6,5	70	123	137	1890	1860	1,7	1	3,7	30,4	35,1	13,9	5,3
Horizon B	5,8	7	39	42	46	590	944	1,8	0,8	2,8	21,8	25,5	6,04	0,6
Horizon C	5,4	7,3	27	55	189	704	591	2	1,5	17,7	38	56,5	4,14	
Profil 2														
Horizon AP	6	6,6	140	99	156	1670	1600	3,9	0,9	4,6	29,8	35,3	12,5	3,9
Horizon B	5,7	6,4	132	21	≤ 11	289	1050	5,6	0,2	0,2	6,1	6,5	10,6	1,1
Horizon C	6	7,1	18	53	368	1310	393	2,1	0,8	17,2	36,8	54,7	7,95	
Profil 3														
Horizon Oh	5,7	5,7	40	71	352	9950	967	1,8	0,2	3,3	55,8	59,3	39,8	64,7
Horizon C1	6,5	7,4	7	24	40	567	267	1,2	1,2	6,4	54	61,6	2,34	0,2
Horizon C3	7,7	≥7,5	13	217	762	3000	575	1	2,5	29	68,5	100	9,77	

Les échantillons analysés au Laboratoire Agri Direct donnent en 2002 des pH eau plus élevés que ceux traités au Laboratoire Cogisol. On observe aussi des variantes dans les taux de matière organique.

Les changements dans le taux de matière organique de l'horizon A du profil 1 suivent la tendance opposée à ceux du Laboratoire Cogisol avec une baisse de 1 % entre le début de 2002 et la fin de 2004.

Résultats d'analyses de sol des profils à la fin (novembre 2004)

pH (eau)	pH tampon	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Al (ppm)	saturation P P/Al	saturation K %	saturation Mg %	Saturation Ca &	Saturation K+Mg+Ca	CEC	M.O. %	
Profil 1														
Horizon A	6,7	7,1	166	231	281	3900	1810	4,1	2	7,8	65,2	75	13,3	4,4
Horizon B	5,8	6,1	55	44	18	448	2140	1,2	0,4	0,5	7,2	8	14	2,2
Horizon C	5,5	6,9	26	74	28	628	2040	≤1	1,2	1,5	19,6	22,2	7,17	0,4

Profil 2														
Horizon A	6,2	6,7	159	157	191	2240	1650	4,3	1,4	5,5	39	46	12,8	3,5
Horizon B	5,6	6,3	15	65	19	570	1980	≤1	0,6	0,6	10,5	11,7	12,1	2,5
Horizon C	5,6	7,2	19	55	129	730	544	1,6	1,3	10,2	34,7	46,3	4,69	0,5

Profil 3														
Horizon A	6	7,2	94	108	281	5290	886	4,8	0,8	6,6	74,5	81,8	15,9	7,3
Horizon O	5,8	6	25	130	325	14000	1160	≤1	0,3	2,6	67,7	70,7	46	54,7
Horizon C	5,5	7,2	21	100	243	944	361	2,6	1,9	14,8	34,6	51,3	6,1	0,3

En 2004, les pH eau sont plus bas pour les profils 1 et 2, et plus élevés pour le profil 3 chez Agri Direct comparativement au Laboratoire Cogisol.

Suite à la fertilisation de compost et aux chaulages, pratiquement toutes les analyses démontrent un enrichissement des horizons superficiels des 3 profils. C'est une évolution normale. Quelques variations sont observables dans les horizons C.

Observations des vers de terre

Pour évaluer l'activité biologique du sol, des observations des vers de terre ont été effectuées au début et à la fin du projet.

Une méthode modifiée de celle de Fayolle et Gautronneau fut utilisée lors des études de profil, pour observer l'activité des vers anéciques : les espèces qui pénètrent dans le sous-sol. Au fond de l'horizon Ap, on dégage une surface de 240 cm carrés et on compte les trous de vers et les anciens trous remplis de terre. Normalement, on prélève aussi des vers actifs : aucun n'était visible en 2004, un seul, en 2002.

Les trous ouverts indiquent une activité récente et les trous remplis de terre, une activité plus ancienne. Avec le temps, le sol de surface migre et il remplit le trou. Dans un sol plus riche, parfois, on observe que les racines s'y fraient un passage préférentiel.

Généralement dans des sols St-Samuel, l'activité biologique est limitée par la forte densité du sol et par la nappe phréatique élevée. Il y avait quand même une population moyenne de vers de terre lors de la mise en culture en 2001. Sur les terrains où le bouleversement par le bulldozer fut important, on observa des populations moindres et sur la pièce 2, utilisée par le cégep, le nivellement important en conditions trop humides combiné à une fermentation extrêmement malodorante a causé la disparition presque complète des vers. L'utilisation de la rotobutteuse a probablement nui à l'activité des vers. Quelques centaines de vers furent réintroduits par le chargé de projet sur la pièce 2, en espérant accélérer la recolonisation. À l'automne 2004, quelques vers ont été retrouvés.

Interprétation

En 2004, une grande dominante de trous remplis et une augmentation des trous remplis, en comparaison à 2002, indiquent une activité plus faible des vers anéciques, tels le *Lumbricus terrestris*, comparativement aux années antérieures. Il est probable que les vers de type anécique, ou épianéciques circulant entre la surface et la profondeur étaient plus actifs lorsque les champs étaient en pacage extensif que depuis la mise en culture des sols en 2001. Il est à espérer que des périodes de repos avec culture de foin en engrais vert favoriseront la croissance des populations de vers dans les sols de la ferme.

Après la fin du projet, en 2005, on a observé sur les parcelles du cégep, un essor des populations de vers. Cependant, elles semblaient être essentiellement constituées d'espèces endogées qui occupent l'horizon A, sans pénétrer activement le sous-sol.

Comptage des trous de vers de terre et caractéristiques des trous de vers.

Dans chacun des sites d'étude des 3 profils, les opérations ont été faites au début et à la fin de projet.

Site du profil 1

Année 2002	
Profondeur ou horizon	Activité
Horizon Ap	Aucun turricule, ni ver.
30 cm	8 trous de ver vides et 10, remplis.
45 cm	12 trous remplis de terre de surface et de racines

Année 2004	
Profondeur ou horizon	Activité
Horizon Ap	Aucun turricule, ni ver.
33 cm	10 trous de ver remplis de sol de surface.
45 cm	10 trous de ver remplis de sol.

Site du profil 2

Année 2002	
Profondeur ou horizon	Activité
Horizon Ap	Aucun turricule, ni ver.
23 cm	27 trous de ver remplis de terre de surface dont 5 avec des racines.
38 cm	4 trous de ver remplis complètement par la terre de surface.

Année 2004	
Profondeur ou horizon	Activité
Horizon Ap	Aucun turricule, ni ver.
25 cm	2 trous de ver remplis et 2, ouverts.
45 cm	7 trous de ver remplis.

Site du profil 3

Année 2002	
Profondeur ou horizon	Activité
Horizon Oh	Aucun turricule en surface et 1 ver Aporectodon roulé en boule.
35 cm	27 trous de ver dont 15 remplis de racines et d'un peu de terre de surface.
45 cm	8 trous de ver vides et 6, remplis de terre de surface.

Année 2004	
Profondeur ou horizon	Activité
Horizon Oh	Aucun turricule, ni ver.
40 cm	3 trous de ver ouverts et 13 remplis.
50 cm	3 trous de ver remplis.

Test Solvita

Une autre procédure visait à tester l'activité biologique dans la couche arable. Il fallait prendre des échantillons à l'aide du test de respiration Solvita du laboratoire Woods End.

Le laboratoire Woods End Research Lab, sous la direction de Will Brinton, a développé des tests de respiration. Leur utilisation demeure assez simple. Ils servent à évaluer la maturité des composts et l'activité biologique des sols. La méthodologie d'utilisation est la suivante: on constitue un échantillon de sol représentatif prélevé dans des conditions d'humidité correcte ; on mesure une certaine quantité dans le petit pot de plastique fourni ; dans le pot, on insère un indicateur muni d'un gel réactif au dessus du sol ; on ferme bien le couvercle et on laisse reposer le tout durant 20 à 28 heures. Le gel réagit selon le niveau de respiration présent dans les sols et il se colore selon une échelle de 0 à 5.

Voici l'échelle :

- 0 Bleu gris foncé : Aucun changement de couleur. Sol quasi stérile, aucune activité biologique.
- 1 Bleu gris: Sol très pauvre en matière organique, abritant peu ou pas d'activité biologique; niveau de respiration <300 mg CO₂/kg/semaine..
- 2 Gris vert: Sol appauvri en matière organique et activité biologique relativement faible; environ 400 mg/CO₂/semaine.
- 3 Vert : Activité biologique moyenne; environ 750 mg CO₂/kg/semaine.
- 4 Vert jaune: Activité biologique élevée, optimale avec décomposition active des matières organiques; environ 1500 mg/CO₂/kg/semaine.
- 5 Jaune: Activité biologique très élevée, sol contenant une quantité élevée, possiblement excessive, de matières organiques en décomposition; >2000 mg CO₂/kg/semaine.

Une corrélation est établie par le laboratoire avec le potentiel de minéralisation annuelle de N en conditions climatiques normales :

- 1 < 16 kg N/ha
- 2 22 kg N/ha
- 3 45 kg N/ha
- 4 83 kg N/ha
- 5 > 110 kg N/ha

En 2002, le test a été effectué sur un échantillon de l'horizon Ap de chaque profil et sur un échantillon composite du sol de la même parcelle. Cette méthode visait à valider la représentativité des profils. Les premiers échantillons ont été prélevés le 9 juillet 2002. Un engrais vert de seigle d'automne, semé l'été précédent, avait été enfoui tardivement, ce printemps là. Ajoutons que cet engrais vert suivait le labour d'un vieux pâturage. Tous les profils indiquaient un niveau 5, soit un niveau de respiration très élevé; les parcelles 2.14 et 4.21 voisines respectivement des profils 2 et 3 indiquaient le même niveau; la parcelle 2.12, à proximité du profil 1, indiquait une couleur intermédiaire entre 4 et 5, donc une activité biologique légèrement moins élevée.

En 2004, des échantillons ont été prélevés, le 15 octobre, sur les parcelles voisines des profils et sur 3 autres parcelles. Il faut préciser que ces mesures ont été prises immédiatement après une pluie suivant un mois de sécheresse, Chacune de ces parcelles (2.2, 2.14 et 4.21), à proximité des profils, indiquait un niveau 4, considéré comme optimal. Les profils n'ont pas été échantillonnés : un échantillon composite de la parcelle ayant été jugé plus représentatif.

Puis, d'autres parcelles furent échantillonnées. La parcelle 2.25 ayant reçu du fumier de vache composté et semée en engrais vert le 6 août indiquait un niveau 4. La pièce 7.2 ayant reçu du fumier de volaille après enfouissement de prairie et recouverte d'un mélange moutarde blanche et radis fourrager indiquait un niveau 5, très élevé. La pièce 5.4 implantée en foin en juin 2004, sous plante abri fauchée, sans apport de fumier, indiquait un niveau 3, modéré.

Analyses de sols standard

Une autre façon de vérifier l'évolution des sols fut de réaliser des analyses standard. Une première série d'échantillons avaient été prélevés en 2001, avant le début du projet.

Résultats des analyses de sol du laboratoire Agri-Direct avant le projet

Résultats analyses 2001

champ	pH (eau)	pH tampon	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Al (ppm)	saturation P P/Al	saturation K %	saturation Mg %	saturation Ca %	Saturation K+Mg+Ca	CEC	M.O. %
	1	4,9	5,9	80	141	213	1780	1470	2,4	0,8	4,1	20,5	25,5	19,3
2	5,5	6,2	165	113	167	3600	1360	5,4	0,6	3	39,2	42,9	20,5	11,1
3	5,2	6,1	122	171	162	4020	1160	4,7	0,9	2,7	40,1	43,7	22,4	13,6
4	5,5	6,3	90	79	144	3920	848	4,8	0,5	2,7	43,4	46,5	20,2	6,6
5	5,3	6,1	43	102	166	5130	892	2,2	0,5	2,5	46,2	49,2	24,8	10,6
6	5,3	6	40	141	243	8360	1040	1,7	0,5	2,7	56,2	59,4	33,2	26,3
7	5,3	6,2	64	116	131	4290	1250	2,3	0,6	2,2	43,7	46,6	21,9	8,9
jardin	4,9	6,2	84	102	61	954	1710	2,2	0,8	1,6	15	17,4	14,2	5,4

La réalisation d'une cartographie par GPS, à partir des analyses standards et celles de la matière organique, a été réalisée par la Société coopérative agricole des Bois-Francis au début et à la fin du projet. La programmation du logiciel utilisé pour la réalisation de cette cartographie est mise en doute par le chargé de projet. Elle s'appuie sur l'hypothèse de changements graduels entre les valeurs obtenues à un point d'échantillonnage et le point voisin : il est peu probable que la variabilité des sols sur le terrain soit conforme à ce « pattern ». Plus précisément, si une distance de 200 mètres sépare un point ayant un pH de 6,3 d'un autre, à pH de 5,3, le logiciel extrapole le changement de pH du sol selon une gradation régulière entre les deux points et il en va de la même façon pour les analyses minérales. La grande variabilité des sols de notre région explique la valeur très relative qu'on devrait accorder à ces informations. On observe souvent des changements assez brusques dans la formation des sols du Piémont des Appalaches.

Résultats des analyses (échantillons géoréférencés)

Résultats analyse début du projet en juillet 2002

no	champ	pH (eau)	pH tampon	(kg/ha)			(kg/ha)		(kg/ha)		ppm Al	P/Al satura tion P	% satura tion K	% satura tion Mg	% satura tion Ca	% satura tion K+Mg+Ca	CEC	%
				P	K	Mg	Ca	AI										
1	5,2	5,7	6,5	23	84	196	3760	770	1,3	0,5	4	46,1	50,6	18,2	9,1			
2	5,3	5,7	6,5	43	59	186	3960	643	3	0,4	3,7	47,5	51,6	18,6	8			
3	6,2	6,1	6,6	42	57	298	6840	869	2,1	0,3	4,5	62,2	67	24,5	18			
4	7,1	6,3	6,7	25	65	403	7860	869	1,3	0,3	5,7	66,7	72,6	26,3	25			
5	2,12	6,1	6,6	61	139	120	2170	1770	1,5	1,2	3,3	35,8	40,2	13,6	6,5			
6	2,14	6,3	6,9	179	52	121	2220	1090	7,3	0,5	4,1	45,6	50,3	10,9	4,3			
7	4,21	6,1	6,7	58	53	192	5100	847	3	0,3	3,7	58,8	62,8	19,4	13			
8	4,12	5,7	6,6	106	52	143	2920	924	5,1	0,4	3,5	42,8	46,7	15,2	7,3			
9	1,12	5,6	6,3	28	79	364	3310	1040	1,2	0,5	6,9	37,7	45	19,6	10			
10	1,22	5,5	6,7	105	133	112	1150	988	4,7	1,5	4	24,9	30,4	10,3	4,8			
11	1,21	5,8	6,6	63	96	140	1020	1830	1,5	1	4,7	20,7	26,4	11	4,7			
12	1,23	4,9	5,6	89	67	315	1620	1190	3,3	0,3	5,3	16,5	22,1	22	42			

Les échantillons analysés en 2001 indiquaient un taux moyen de P dans la pièce 2. Subdivisée par le cégep, la sous-parcelle 2.14 révèle, elle aussi, un taux moyen de P, tandis que la pièce 2.12 et la majorité des parcelles utilisées par Pierrot révèlent un niveau en phosphore « pauvre »

Résultats d'analyse automne 2004

no champ	pH	(kg/ha)		(kg/ha)		(kg/ha)		ppm	P/Al	%		%	%	%	CEC	%
	(eau)	P	K	Mg	Ca	Al	satura tion P			satura tion K	satura tion Mg					
1	5,7	49	135	293	5400	667	3,3	0,7	4,7	52,1	57,5	23,1	8,3			
2	5,9	59	104	143	4000	531	4,9	0,7	3,1	51,8	55,6	17,2	5			
3	6,6	97	150	433	7380	727	6	0,7	7	71,3	79	23,1	8			
4	6,2	79	155	467	10400	1000	3,5	0,5	5,1	68,8	74,4	33,8	25			
5	2,12	124	314	273	3000	1640	3,4	2,8	7,8	51,5	62,1	13	4,9			
6	2,14	181	111	170	2550	1110	7,3	0,9	4,4	40,1	45,4	14,2	3,5			
7	4,21	104	137	318	7780	873	5,3	0,6	4,4	64,6	69,6	26,9	15			
8	4,12	161	105	195	4720	1020	7	0,6	3,7	54,3	58,6	19,4	6,8			
9	1,12	42	118	399	4570	914	2	0,6	6,7	46	53,3	22,2	9,1			
10	1,22	89	103	140	2020	734	5,4	1,2	5,3	45,4	51,9	9,91	2,8			
11	1,21	96	220	150	1390	1640	2,6	1,9	4,2	23,2	29,3	13,4	4,2			
12	1,23	100	121	401	2880	1240	3,6	0,6	6,5	28	35,1	23	32			

Sauf de rares exceptions, toutes les valeurs en minéraux et en cations se sont accrues entre 2002 et 2004. Ceci est une résultante normale des chaulages et de la fertilisation à base de fumier composté que les sols et les cultures ont reçus.

Sauf la parcelle 7.1, où il demeure stable, et la 4.21 où il augmente, le taux de matière organique a diminué dans toutes les pièces. Il faut répéter que, depuis plus de 20 ans, toute la superficie servait de pâturage extensif et le sol était relativement acide lors des analyses en 2002. La réduction du niveau de matière organique depuis les 3 années de mise en culture s'explique comme suit : le chaulage, les apports de fumier composté et la culture d'engrais verts ont activé la décomposition de la matière organique.

Sur les parcelles du cégep, 2.12 à 2.32, ainsi que sur certaines parcelles des Jardins de Pierrot, les étudiants ont prélevés des échantillons et ils les ont fait analyser au Laboratoire Agri Direct dans le cadre de leur formation en Sols. Ces données sont ajoutées au projet.

Résultats des analyses de sol du laboratoire Agri-Direct sur quelques parcelles durant le projet en 2003

champ	pH (eau)	pH tampon	P	K	Mg	Ca	Al	saturation P	Saturation K	saturation Mg	Saturation Ca	Saturation	CEC	M.O.
			(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	ppm	P/Al	%	%	&	K+Mg+Ca		%
Champ 1.11	5,7	6,4	76	94	310	2860	1090	3,1	0,6	6,7	36,9	44,2	17,3	
Champ 1.21	5,9	6,5	106	70	222	2380	1450	3,3	0,5	5,6	35,8	41,9	14,9	
Champ 2.12	6,3	6,7	84	213	197	2700	1830	2	1,7	5,1	41,9	48,7	14,4	5
Champ 2.13	6,4	6,8	136	169	185	2590	1630	3,7	1,5	5,5	45,8	52,9	12,6	4,4
Champ 2.14	6,3	6,8	153	136	175	2410	1570	4,4	1,2	5,2	42,7	49,2	12,6	4,2
Champ 2.15	6,6	7	263	185	241	3410	1330	8,9	1,6	7	59,2	67,8	12,9	5,2
champ 2.22	6,4	6,7	103	266	235	2960	1770	2,6	2	5,8	43,8	51,6	15,1	5
Champ 2.23	6,1	6,8	182	183	208	2480	1450	5,6	1,7	6,2	44,1	51,9	12,5	4,2
Champ 2.25	6,4	6,8	219	139	218	3540	1300	7,5	1,1	5,4	52,7	59,2	15	6,4
Champ 2.32	6	6,7	270	226	250	2410	1300	9,3	1,9	6,9	39,9	48,7	13,5	5,1
Champ 3 p3	5,7	6,3	100	114	254	3740	1030	4,3	0,7	4,8	42	47,4	19,9	
Champ 4 p7	5,9	6,5	56	118	294	4840	1020	2,5	0,6	5,2	51,8	57,7	20,9	

Résultats des analyses de sol du laboratoire Agri-Direct les parcelles du cégep durant le projet

Résultats analyses 2004

champ	pH (eau)	pH tampon	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Al ppm	saturation P P/Al	saturation K %	saturation Mg %	saturation Ca %	Saturation K+Mg+Ca	CEC	M.O. %
	Champ 2.12	6,5	6,5	130	486	334	3310	1760	3,3	3,1	6,9	41,3	51,3	17,9
champ 2.13	6,8	7,2	170	164	246	3190	1570	4,8	1,8	8,6	66,9	77,2	10,7	4
champ 2.14	6,3	6,5	134	182	223	2570	1640	3,6	1,3	5,3	36,8	43,4	15,6	3,4
champ 2.15	6,9	7,3	315	217	320	3710	1160	12,1	2,2	10,4	72,5	85,1	11,4	4,4
champ 2.22	6,3	6,5	82	328	271	3330	1700	2,2	2,1	5,6	41,5	49,2	17,9	4,6
champ 2.23	6,7	7,1	169	101	218	2890	1450	5,2	1	7,2	57,4	65,6	11,2	3,9
champ 2.24	6,4	6,8	254	523	373	4010	1320	8,6	3,5	8	51,6	63,1	17,3	6,1
champ 2.25	7	7,4	273	417	302	3950	1240	9,8	4,1	9,5	74,9	88,5	11,8	4,7
champ 2.32	5,9	6,6	199	139	208	2080	1380	6,5	1,2	5,6	33,7	40,5	13,8	3,9

Discussion

Comment améliorer le comportement du sol Saint-Samuel.

Le sol St-Samuel représente plus de 90 % des superficies cultivées sur la ferme.

Le sable de la série de Saint-Samuel est un sable siliceux pauvre. Classé 5, sa valeur agricole est extrêmement faible. La nappe phréatique est naturellement très élevée car ce sable fin est très dense; de plus, il est situé dans des dépressions. En conséquence, la pénétration d'eau est lente et le réchauffement printanier est retardé. Le profil est très peu développé.

C'est un sol particulier : il existe en version minérale contenant 4 à 5 % de matière organique dans l'horizon de surface dans les zones les plus hautes tandis qu'on retrouve, dans les dépressions, des taux de 10%, 20%, voire 70 % de matière organique. En ce qui concerne l'adaptation à la culture légumière, le comportement de ces sols est très différent. Dans les zones où le taux de matière organique est de moyen à faible, le sol est plus dense, plus battant et moins aéré que dans les zones riches en matière organique. La pénétration de l'eau est plus lente dans les pièces contenant peu de matière organique. Par contre, lors de séquences de pluies excessives, la quantité d'eau sur le sol dépasse la capacité d'absorption du sol organique car la densité du sol en profondeur ralentit le mouvement de l'eau vers le bas. On observe alors la formation de flaques d'eau en surface tout comme dans le Saint-Samuel minéral.

Voici la question posée: quelles pratiques faudrait-il adopter pour cultiver des primeurs dans un sol si mal adapté aux cultures légumières, en général et aux primeurs, tout particulièrement ?

Lors du printemps tardif de 2003, sur les parcelles du cégep, il fut décidé d'effectuer un labour de printemps pour assécher le sol qui demeurait très humide sous son couvert de résidus d'engrais verts. Pierrot, quant à lui, avait décidé d'employer la méthode classique pour pouvoir entrer tôt dans le champ, au printemps suivant ; il avait pratiqué un labour d'automne. En outre, le labour effectué à l'automne, pour enfouir un engrais vert de prairie, sur une parcelle louée par le cégep de Victoriaville, a permis d'entrer plus tôt au champ, lors du printemps très humide de 2006 (après la fin du projet). Cependant, les résidus incorporés par le labour se retrouvent environ à 60 % dans le fond du labour, à 30 %, sur le profil de l'horizon tourné et à 10 %, en surface. Ajoutons qu'en fin de saison, la partie enfouie profondément n'est que partiellement décomposée, même si elle ne dégage pas de mauvaises odeurs et que les racines semblent se développer correctement.

En 2004, on a passé un appareil constitué de disques derrière les pneus du tracteur pour former les planches à l'automne. En conséquence, le sol des allées est remonté sur les planches et la couverture du sol par les résidus est estimée à 50 ou 60 %. C'est suffisant pour réduire de façon significative les risques d'érosion. En outre, l'enherbement des chemins joue un rôle intéressant sur la réduction des pertes de sol. Cette pratique de préparation des planches à l'automne à l'aide de disques releveurs a été répétée après la fin du projet et nous estimons qu'elle offre un grand potentiel pour favoriser le rabattement de la nappe, au printemps. Ceci hâte l'entrée au champ et rend possible un marché de primeurs. Lors du printemps 2006, particulièrement humide, les pièces préparées de cette façon ont pu être en culture dès le début de mai. D'un autre côté, dans

les pièces laissées à plat avec couvert d'engrais verts, Il a fallu, pour assécher le sol, labourer au préalable. La plantation et la mise en terre ne furent possibles que vers la mi-juin.

Précisons que la méthode employée pour le travail secondaire de préparation du sol est le passage d'une rotobutteuse. C'est une méthode de préparation de sol assez classique. La machine comporte un type de rotoculteur qui tourne à contresens de la direction d'avancement du tracteur et elle est munie d'une grille qui permet d'enfouir les résidus de culture assez profondément pour éviter le bourrage des socs des appareils d'implantation. Malheureusement, la surface perd son couvert organique, le sol devient plus sensible à la battance et à l'érosion. Cette méthode est passablement draconienne pour les vers de terre ; les canalisations des espèces anéciques sont perturbées et un certain nombre de vers sont tués par l'appareil rotatif.

On aimerait préparer les sols de façon à laisser les résidus en surface, du moins en partie. Il faudrait peut-être travailler en ligne avec un type de matériel à dents ou à disques combinés qui incorporeraient les résidus plus uniformément et, de cette façon, assurerait une meilleure couverture de sol et une bonne décomposition. D'autre part, ces méthodes de travail de sol provoquent généralement des problèmes de blocage et de bourrage des socs lors du semis, de la transplantation et du sarclage. Des appareils équipés de disques et ou de tasse-résidus pourraient éliminer ces problèmes. Ce n'est pas une solution très simple : ces machines sont dispendieuses et doivent être tirées par des tracteurs plus puissants.

Il y aurait lieu d'expérimenter des méthodes de semis ou de plantation sans travail de sol avec couverture végétale, mais est-il possible d'adopter de telles méthodes sur nos sols?

Pourquoi tout ce questionnement ? Premièrement, la densité du sous-sol est telle que les sous-solages n'ont pas aidé à réduire la compaction. Alors, il est possible que la stratégie demandant l'aide de nouveaux types de sous-soleuses développées aux Etats-Unis et montées sur des appareils combinés pour la grande culture seraient plus efficaces. Par contre, leur utilisation sur de petites parcelles de 0,2 à 0,5 ha serait probablement difficile, à cause des dimensions de ces équipements et la puissance requise par les tracteurs capables de les traîner.

Une de nos hypothèses de départ supposait que les racines d'engrais verts coloniseraient le sous-sol, l'enrichiraient en matière organique et aideraient l'évolution du sol. Les résultats ont tardé. Lors de l'étude des 3 profils, en 2004, seul le profil 3 montrait des racines pénétrant dans le sous-sol. Cette tendance devrait éventuellement se développer, cependant elle demeure limitée en ce moment.

La colonisation abondante du sous-sol par des vers anéciques pourrait probablement être porteuse de promesses pour améliorer, de façon importante, la porosité de ce sol. Cependant ces espèces préfèrent des conditions, où le sol n'est que peu ou pas du tout travaillé. Possiblement qu'un système de rotation avec de longues périodes de culture de prairies entre les séquences de cultures maraichères ainsi que l'adoption de techniques de préparation de sol très superficielles, telles que prônées par monsieur Manfred Wenz, induiraient le développement d'anéciques. Les pratiques actuelles semblent favoriser les endogées.

2.2.3. Observation des cultures

Les rendements des légumes pouvant être offerts sur le marché furent mesurés et des observations furent faites sur leur croissance et leur développement, leurs problèmes nutritifs et phytosanitaires. Au début du projet, il avait été planifié que les mesures de rendement auraient du servir à la réalisation de l'étude économique de la ferme Les Jardins de Pierrot. Des circonstances hors de notre contrôle ont provoqué l'abandon de cette partie du projet.

Rendements mesurés en 2003

Description	Mode de culture sous plastique ou à découvert	Largeur entre plants en cm	largeur entre rangs en mètre	Echantillon mode d'échantillonnage	Rendement évalués/ha t/ha
Tomate rouge cv Fantastique	sous plastique	50	1,5	3 plants au hasard	71,9
tomates cv Mountain Fresh	sous plastique	50	1,5	3 plants au hasard	45,1
Tomates cerises	sous plastique	60	1,5	3 plants au hasard	30,9
Tomates poires jaunes	sous plastique	60	1,5	3 plants au hasard	19
Tomates jaunes cv Lemon Boy	sous plastique	60	1,5	3 plants au hasard	52,3
Tomates roses cv Summer Pink	sous plastique	60	1,5	3 plants au hasard	45,8
Tomates italiennes	à découvert	80	1,2	3 plants au hasard	36,7
Tomates cv Summer Pink	à découvert	80	1,2	3 plants au hasard	26,7
Tomates Mountain Fresh	à découvert	80	1,2	3 plants au hasard	27,8
Piment vert cv New Ace	sous plastique	100	1,5	1 m sur le rang	48,3
Piment vert cv Admiral	sous plastique	100	1,5	1 m sur le rang	18,1
Piment vert cv Big Chili	sous plastique	100	1,5	1 m sur le rang	11,6
Piment cv Red Knight	sous plastique	100	1,5	1 m sur le rang	19,3
Piment cv Red Knight	à découvert	100	1,2	1 m sur le rang	12,7
Poireaux hâtifs cv Jolan	à découvert	20 plants/3 m	1,1	3 m sur le rang	28,3
Poireaux hâtifs cv Ramona	à découvert	20 plants/3 m	1,1	4m sur le rang	30,2
Poireaux tardifs cv Faminto	à découvert	18 plants/3 m	1,1	3 m sur le rang	20,7
Fèves jaunes	à découvert		1,1	1m sur le rang	12,1
patates rouges Norland en primeur	à découvert		1	3 m sur le rang	23,6
patates rouges d'automne cv Norland	à découvert		1	3 m sur le rang	50,9
patates blanches hâtives	à découvert		1	3 m sur le rang	31,3
patates blanches tardives cv Argos	à découvert		1	3 m sur le rang	56,5
patates tardives cv Yukon Gold	à découvert		1	3 m sur le rang	30,8*
Carottes hâtives cv Coreless Amsterdam	en bottes"	247 carottes/3 m**	1,1	3 m sur le rang	76970 paquets
Carottes tardives cv Bolero			1,1	3 m sur le rang	20

* les patates Yukon Gold étaient bien souvent creusées à l'intérieur

Fèves= 3 récoltes

** les carottes hâtives comptaient environ 8 % de rejets. Un paquet compte environ 9 carottes avec leurs feuilles

Dates d'échantillonnage : 28 août, 10, 18 et 24 septembre

Rendements mesurés en 2004

Description	Largeur entre plants en cm	largeur entre rangs en mètre	Echantillon mode d'échantillonnage	Rendement évalués/ha en t/ha
Piment jaune cv Blushing Beauty	100	1,6	1 m sur le rang	16,5
Piment fort cv Big Chili	100	1,6	1 m sur le rang	16,1
Piment fort cv King Arthur	100	1,6	1 m sur le rang	19,4
Piment pourpre cv Purple Beauty	100	1,6	1 m sur le rang	17,1
Piment orange cv Orange Sun	100	1,6	1 m sur le rang	24,1
Piment vert cv New Ace	100	1,6	1 m sur le rang	13,9
Tomate rose	60	1,6	3 plants au hasard	16,5
tomate jaune	60	1,6	3 plants au hasard	16,1
Tomates cv Viva Italia	60	1,6	3 plants au hasard	19,4
Tomate cv "Sammarzano"	60	1,6	3 plants au hasard	17,1
Tomate cv Mountain Fresh	60	1,6	3 plants au hasard	24,1
Tomates cv Access	60	1,6	3 plants au hasard	13,9
Patate blanche hâtive cv Superior	60	1,6	3 m sur le rang	23,1
patate rouge tardive cv Chieftain		1,1	3 m sur le rang	30,6
patates blanches tardives cv Argos		1,1	3 m sur le rang	46,3
Fèves jaunes cv Golden Roche		1,1	1m sur le rang	6,8
Poireaux hâtifs cv Ramona		1,2	3 m sur le rang	27,5
Poireaux tardifs cv Sherif		1,2	3 m sur le rang	25,9
Carottes cv Berlicummer		1,2	3 m sur le rang	27,4
Carottes hybride Vita Treat		1,2	3 m sur le rang	37,2
Carottes hybride Sweetness		1,2	3 m sur le rang	32,3

Dates d'échantillonnage : les 8, 15, 22 et 28 septembre

Discussion

En 2003, les tomates ont été plantées dans une pièce de terre noire (6.1), les plants se sont développés de façon végétative : leur taille était gigantesque. Ceci peut être expliqué par la fertilisation classique à base de compost qui leur a été appliquée ainsi que par le taux de minéralisation de N du sol qui semblait beaucoup plus élevé que prévu. Les piments se sont développés sur la même pièce. La fertilisation des terres organique pose des problèmes, les références classiques s'avèrent peu pertinentes. En 2004, les tomates et les piments se retrouvaient sur la 7.1, une parcelle qui avait été fort travaillée au bulldozer pour en corriger une dépression et sur laquelle le taux de matière organique était passablement élevé mais où la dynamique de minéralisation de l'azote s'est avérée différente de la pièce 6.1. Il n'y a pas eu de différences significatives dans les rendements des piments, sauf qu'en 2003, le cultivar New

Ace a démontré de meilleurs rendements. Chez les tomates, l'année 2004 fut moins bonne comparativement à la précédente.

En 2003, les pommes de terre ont mieux donné alors que dans l'ensemble, les rendements en carottes furent meilleurs en 2004. Le haricot fut moins bon la 2^e année de culture, alors que la parcelle échantillonnée, en 2003, avait donné un bon rendement. Les rendements de poireaux furent modérés, cela peut être attribuable à leur faible densité dans un système de rang simple. Des problèmes sanitaires importants sont apparus, en automne 2003, à la suite des pluies abondantes qui ont d'ailleurs causé des inondations.

Les facteurs climatiques sont probablement les facteurs qui exercent une influence déterminante sur les variations de rendement d'une année à l'autre. Cependant, en observant le développement des tomates sur la parcelle 7.1. en 2004, on aurait pu conclure qu'il y avait une insuffisance de fertilisation en ignorant la faible minéralisation de N, alors qu'en 2003, les plants auraient reçu des doses superflues de N ce qui a provoqué une croissance végétative exagérée et accru les difficultés lors de la récolte. Quant au piment, compagnon de la tomate dans les mêmes parcelles, il a fourni des rendements corrects durant ces 2 années, malgré qu'en 2003, il ait été beaucoup plus feuillu.

2.2.4. Suivi des mauvaises herbes

Un suivi de la pression des mauvaises herbes fut effectué en utilisant la méthode de dépistage développée par Yvon Douville et Anne-Marie Coulombe, laquelle est décrite dans leurs documents traitant des contrôles mécaniques dans le maïs et les céréales. La méthode consiste à compter les plants dans un cadre, de 20 sur 50 cm, jeté à 15 reprises, de façon aléatoire, dans le champ. Juste avant le sarclage, les biomasses de mauvaises herbes furent mesurées une fois par année sur 8 parcelles. Les plantes moins compétitives, notamment l'oignon et la carotte, furent ciblées. Dans un nouveau maraîchage, établi sur défriche de pâturage où les mauvaises herbes annuelles sont peu abondantes, les coûts du sarclage devraient aller croissant avec les années (Painchaud, communication personnelle). Ainsi, si on peut limiter leur augmentation, l'impact positif des engrais verts sur la pression des mauvaises herbes sera atteint.

Dans les faits, seul le décompte des mauvaises herbes a été effectué, et pas exactement au même moment durant les deux années de culture. Les résultats sont présentés en annexe.

En 2004, il n'y a pas eu d'augmentation de la pression de mauvaises herbes dans les parcelles de Pierrot sauf sur le retour de carottes 2003, dans les oignons, pois et haricots. Dans les pièces louées par le Cégep, l'utilisation de fumier de vache composté, provenant d'une ferme où la pression de mauvaises herbes était très élevée, a entraîné, de façon généralisée, une augmentation de la pression et l'apparition de certaines espèces peu ou pas présentes au départ, notamment, le *Galinsoga cilié*.

Dynamique évolutive des mauvaises herbes : Aucune espèce n'est fortement dominante. Localement, on observe quelques populations élevées dans certaines pièces, comme *Poa annua* dans les bleuets où des engrais verts n'ont pas été cultivés. Quelques talles importantes de chardon des champs (*Cirsium arvense*) ont survécu à la jachère de 2001, en particulier dans les cintres des pièces 4.21 et 4.22 et ces îlots tendent à recoloniser les parcelles voisines.

Dans les parcelles louées par le Cégep, la présence de la bourse à pasteur s'est considérablement accrue et elle devient dominante par endroits.

Espèces offrant une pression moyenne : Petite herbe à poux ; Renouée poivre d'eau assez présente, héritage des pâturages humides ; Chénopode glauque ; Chénopode blanc ; Stellaire à feuilles de graminées.

Pression localisée

Chardon des champs

Chiendent

Espèces présentes à l'état de traces, ici et là :

Galinsoga cilié, *Echinochloa pied de coq*, Panic capillaire, Amarante à racines rouges, Linaire vulgaire, Renouée persicaire, Céraiste vulgaire, Renoncule rampante sur les côtés des rigoles, seulement des traces dans les parcelles; Renouée des oiseaux, Petite oseille, Patience crépue,

Plantain majeur, Oxalide d'Europe, Rorippe d'Islande, Moutarde des champs, Barbarée vulgaire, Pissenlit, Laiteron potager et Sétaire géante.

Le brome des prés se retrouve ici et là dans les parcelles, soit parce qu'il repousse après enfouissement, soit parce qu'il colonise à partir des bordures des champs où il a été implanté dans les chemins.

Le Céraiste vulgaire et la Stellaire à feuilles de graminées sont des herbes particulièrement envahissantes dans l'ail implanté en automne ; ils s'installent préférentiellement à l'automne et se renforcent le printemps avant le début des sarclages.

De nouvelles espèces sont apparues avec le fumier de vache provenant de la ferme Hamelon : le Galinsoga cilié, l'Echinochloa pied de coq, le Panic capillaire.

Quelques engrais verts sans céréale ne recouvrent pas bien le sol, ce qui permet l'établissement des mauvaises herbes. Nous avons observé qu'un mélange radis et de vesce velue permettait l'établissement d'une faible population de chénopode blanc alors que dans un mélange phacélie et trèfle incarnat, la population d'herbe à poux était très élevée.

La plupart des champs sont très propres dans toutes les parcelles où on implante des engrais verts comportant une composante de céréale et généralement, l'année suivante les pressions sont modérées. Dans les parcelles des Jardins de Pierrot, où il y a eu moins d'implantation d'engrais verts, après la fin du projet, on a pu observer une augmentation importante de la pression. Cette présence est plus facilement identifiable dans les parcelles où l'implantation d'engrais vert dérobé a été négligée au préalable. Cela pourrait s'expliquer par les conditions humides des printemps et du début des étés 2005 et 2006 ; d'autant plus que le sarclage n'a pu être fait aux temps les plus propices à cause des pluies fréquentes et parfois abondantes.

En conclusion, la pratique des engrais verts a un impact majeur sur les mauvaises herbes :

Dans la pratique, la réduction de la pression des mauvaises herbes lorsque les cultures d'engrais verts sont utilisées systématiquement est facile à observer.

Les parcelles d'engrais verts réussies contiennent peu de mauvaises herbes et il en va de même pour les cultures qui les suivent.

La négligence de cette pratique entraîne un salissement des cultures car la banque de graines augmente (certaines plantes produisent des graines par dizaines de milliers) et les populations de vivaces se développent.

Analyse des composts utilisés durant le projet

2002 : Compost de fumier de vaches laitière et de dindon, de paille et de feuilles

2003 : Compost de fumier de vache laitière

2004 : Compost de fumier de poulet à chair

Résultats des analyses :

	pH	M. S.	Azote total	Azote amm	M.O. base M.S.	P total	P- P205	K tot	K- K2O	Ca total	Mg total	C/N estimé	C/N estimé
		%	kg/T	kg/T	%	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T		si compost
2002	7,6	38,8	9,17	1,02	69,1	7,57	17,3	6,38	7,66	13,7	2,93	17	14,6
2003	8,7	34,1	9,16		53,6	2,74	6,28	10,7	12,8	13,5	2,78	11,6	10
2004	5,8	33,7	4,21	≤,14	68,7	4,82	11	0,99	1,18	8,87	1,27	31,9	27,5

Deux observations concernant les composts :

Le fumier de vache composté en 2003, recouvert de géotextile, est exceptionnellement riche en minéraux pour ce type de matériau d'origine.

Le fumier de volaille sur litière en 2004, non recouvert de géotextile, est exceptionnellement pauvre en N et K.

Il importe donc de porter un soin particulier au travail effectué lors de la fabrication du compost et de le recouvrir adéquatement.

PAEF

Pour les fermes ayant une restriction sur les doses permises de fumier ou de compost, l'utilisation de légumineuses en rotation s'avère intéressante même si la teneur d'azote en période de culture dérobée d'automne s'avère plus faible. La prairie qui apporte une masse importante de matière organique riche en N est particulièrement utile dans les cas où l'apport de N doit être important. Il est probable qu'une légumineuse annuelle non accompagnée de graminée puisse aussi aider à cet effet, si le cycle de culture n'est pas très long.

Encore plus important, l'utilisation des engrais verts permet de réduire les coûts de la fertilisation. (Madame Rolande Garon, agronome et conseillère en gestion, communication personnelle).

2.4 En conclusion, que faut-il retenir de ce projet ?

Nous insérons du matériel compris dans la brochure qui servira à résumer nos conclusions.

2.4.1 Principaux résultats du projet :

La très grande majorité des mélanges ont bien fonctionné.

Mélanges avec des céréales :

- Une céréale dans le mélange sert de plante abri et donne un champ propre avec très peu de mauvaises herbes. Des taux de semis variant de 40 à 100 kg/ha de céréales de printemps ont donné d'excellents résultats. La céréale démarre plus rapidement que les légumineuses et domine les mauvaises herbes en permettant de garder le champ propre.
- Le taux de semis doit varier en fonction de la date; pour un semis tardif, le taux doit être plus élevé.
- Dans le cas où un mélange est implanté tôt et que la céréale atteint sa maturité, il est préférable d'effectuer une fauche pour éviter la lignification qui ralentit la minéralisation ultérieure de l'azote. Le semis d'un seigle d'automne dans des mélanges semés tôt en saison permet d'éviter le problème. Durant sa première année, le seigle germe et croît, mais il n'épie pas.

Mélanges avec des légumineuses :

- Il faut les semer idéalement au tout début d'août. Dans les régions les plus au Sud du Québec, le semis peut être fait plus tard. Après la mi-août, l'implantation de légumineuses est moins intéressante en raison des coûts élevés de la semence. Leur croissance automnale est réduite. La fixation d'azote sera appréciable si la saison de végétation est longue;
- Certaines espèces, notamment la vesce velue, la vesce commune et le trèfle incarnat sont adaptées aux conditions froides de fin de saison et continuent à croître jusqu'à tard en décembre. Ces espèces sont souvent très vertes en décembre et ne gèlent que lors des très grands froids de l'hiver. Le trèfle incarnat survit faiblement à l'hiver, alors que la vesce velue, une bisannuelle, repousse parfois l'année suivante.
- Les légumineuses dans les mélanges fixent de l'azote de l'air alors que les autres plantes recyclent celui qui est disponible dans le sol. Elles se combinent bien aux céréales et augmentent la valeur fertilisante de l'engrais vert.
- Les légumineuses sont sensibles à la pourriture blanche transmise par *Sclerotinia spp.* qui peut affecter plusieurs cultures horticoles. Des conditions humides favorisent son développement.

Mélanges avec les crucifères :

- Les crucifères étouffent les légumineuses.
- Elles sont peu coûteuses et nécessitent un apport de compost ou de fumier.

- Les racines pivotantes du radis fourrager ouvrent le sol à condition qu'au préalable, on procède à un sous-solage, lorsque le sol est compact.
- Elles peuvent transmettre des pathogènes aux crucifères cultivées, notamment la hernie.

Mélanges avec de la phacélie

- Malgré son coût, la phacélie demeure très intéressante sur une ferme horticole. Elle contribue à bâtir les populations d'auxiliaires par ses propriétés hautement mellifères.
- Cependant, elle couvre le sol lentement et demande parfois un sarclage pour éviter l'envahissement par les mauvaises herbes. Elle se combine mal aux céréales.

Complémentarité des espèces :

Des conditions de croissance défavorables pour certaines espèces d'un mélange peuvent être moins dommageables pour d'autres. Par exemple, lors de pluies excessives en été, le seigle d'automne a été fortement endommagé, mais la parcelle fut colonisée par la vesce velue qui a atteint 1m 50 de longueur.

Problèmes d'implantation sur un retour d'engrais verts

Les engrais verts laissent des résidus qui peuvent bourrer dans les socs du transplanteur ou du semoir; ils nuisent à la régularité du semis ou de la plantation. Les solutions sont de différents ordres : effectuer un labour, utiliser une rotobutteuse qui place les résidus à 8 ou 10 cm de la surface, installer un disque qui tranche les résidus devant les socs des appareils d'implantation des cultures, ou incorporer partiellement les engrais verts en automne pour favoriser une certaine décomposition avant l'implantation de la culture. Cette dernière pratique est recommandée pour les implantations très hâtives au printemps. Le seigle d'automne présente parfois des difficultés importantes.

Enrichissement du sol en N et K

Un objectif recherché par le maraîcher est l'enrichissement de son sol en N et en K. Une bonne stratégie est d'établir des prairies vivaces. La richesse en éléments nutritifs des biomasses de prairies établies est hautement supérieure à celle des engrais verts composés d'espèces annuelles.

Coût de la semence

Dans les cultures maraîchères, les revenus à l'hectare sont élevés, en conséquence, le budget consacré à l'achat des engrais verts peut être important.

COMPOSITION D'UN MÉLANGE

La composition d'un mélange demande de choisir des espèces qui se complètent bien et dont la croissance est adaptée à la saison. Dans certains cas, des restes de semences d'engrais verts ou de légumes tels des surplus de pois ou de haricots peuvent convenir.

Une composante de céréale de 60 à 80 kg/ha établit une dominance sur les mauvaises herbes. Généralement, on utilise la moitié du taux de semis normal des céréales. D'autres espèces complètent le mélange. On calcule le taux de semis en effectuant simplement une règle de trois. Par exemple, en semis pur, une céréale est semée à 160 kg/ha et une vesce velue à 30 ou 50 kg/ha; on combinera 80 kg de céréale et 15 ou 25 kg de vesce velue. Lorsque les conditions

d'implantation sont moins favorables, il est recommandé d'augmenter le taux de semis d'environ 10 %.

Voici des exemples de mélanges, avec taux de semis à l'hectare:

Mélanges intéressants à semer **tôt en saison** :

- Seigle d'automne 80 kg et légumineuses, par exemple vesce velue 20 kg et pois 20 kg
- Céréale 80 kg, ray-grass annuel 10 kg, luzerne annuelle 10 kg ou trèfle rouge 10 kg. La céréale est fauchée avant la maturation et les autres espèces repoussent.
- Céréale 80 kg et trèfle blanc 8 kg ou trèfle rouge 15 kg ou mélilot 15 kg. Les légumineuses repoussent après la fauche; le mélilot, une bisannuelle, peut être détruit en fin de saison, au printemps suivant et même en été. Il est important à veiller à ne pas le laisser monter à graine la 2^e année.
- Les trèfles vivaces repoussent agressivement au printemps et peuvent être difficiles à détruire, même avec un labour.
-

Mélanges intéressants à semer **à la mi-saison** (juillet ou début-août) :

- Blé 80 kg et vesce commune 40 kg.
- Avoine 80 kg, vesce velue 20 kg et pois 20 kg.
- Céréale 60 à 80 kg, trèfle incarnat 10 kg et vesce velue 20 kg.
- Céréale 60 kg, trèfle incarnat 5 kg, vesce velue 10 kg, vesce commune 20 kg, pois 20 kg et féverole 20 kg.

Il faut considérer que la phacélie, le trèfle incarnat, le ray-grass annuel et les crucifères démarrent mal en période chaude et sèche.

Mélanges de **fin de saison** :

- Avoine, seigle, blé ou orge de printemps peuvent être semés ; l'avoine est particulièrement adaptée aux conditions fraîches et humides de fin de saison. On augmente le taux de semis afin de compenser en densité le peu de hauteur lors d'un semis tardif : jusqu'à 160 kg le 20 septembre, 200 kg le premier octobre. Attention, le seigle d'automne survit à l'hiver et peut être difficile à détruire au printemps.

Vu le coût élevé des semences, il est peu intéressant de semer des légumineuses tardivement, car elles se développent insuffisamment. Les céréales de printemps se sèment jusqu'à la fin de septembre.

Mélanges de prairie à implanter au printemps ou fin juillet, début août:

- Avoine 80 kg, ray-grass vivace 10 kg, trèfle blanc 3 kg, trèfle rouge 5 kg et vesce velue 20 kg.
- Céréale 80 kg, dactyle 4 kg, fétuque élevée 4 kg, trèfle blanc 5 kg et trèfle rouge 5 kg.

Les engrais verts **intercalaires** sont semés entre les rangées des légumes après que leur croissance soit suffisamment avancée, habituellement au dernier sarclage. Il y a toujours des risques de compétition entre les intercalaires et les cultures, soit au détriment de la culture ou des engrais verts.

- Ray-grass annuel 10 kg et trèfle blanc 5 à 10 kg est un mélange intéressant dans un maïs sucré.
- Le trèfle blanc nain sauvage, difficile à trouver, est une plante très intéressante en intercalaire à cause de sa courte taille et de sa reproduction par stolons; on le sème pur à 8-10 kg/ha. Lorsqu'on sème les trèfles blancs améliorés, de plus haute taille, entre des cultures légumières, celles-ci risquent de souffrir de compétition.

2.4.2 Mode de culture des engrais verts

IMPLANTATION

1. **Le déchaumage hâtif des cultures** : Dès que les récoltes sont terminées sur une section de parcelle, le sol est travaillé afin d'incorporer les résidus. Une herse à disques assez lourde ou un appareil rotatif est efficace pour l'enfouissement. La destruction des résidus de culture interrompt le développement des ravageurs et des pathogènes, et surtout, la maturation des mauvaises herbes, tant annuelles que vivaces. L'engrais vert est implanté dès qu'une parcelle n'est pas en culture. Ceci est parfois possible en début de saison, avant une culture tardive. Cependant, la pratique la plus courante et, potentiellement la plus utile, consiste à planter un engrais vert dérobé dès la fin de la récolte, et ce, même jusqu'à la fin de septembre.
2. **Une préparation de sol adéquate effectuée immédiatement après le déchaumage** : L'engrais vert peut être implanté après un déchaumage sommaire et il se développe relativement bien. Cependant, selon les conditions de sols, il peut être préférable de faire un travail plus complet afin que le sol soit prêt pour l'année suivante. Lors du projet (réalisé sur un sable St-Samuel extrêmement dense et mal drainé), le déchaumage avec herse à disques fut souvent suivi d'un travail avec un chisel à pattes d'oies afin d'ameublir le sol en profondeur, avant le semis de l'engrais vert. Les racines colonisent le sol meuble et stabilisent la structure jusqu'au printemps suivant; à ce moment, une préparation superficielle suffit pour l'implantation des légumes. Il est avantageux d'épandre le fumier composté avant la préparation du sol pour l'engrais vert. Les conditions estivales sont habituellement meilleures que celles du printemps pour l'épandage. Les éléments nutritifs solubles sont absorbés en bonne partie par l'engrais vert et protégés du lessivage.
3. **L'implantation d'engrais vert dérobé** : L'engrais vert dérobé occupe le sol à la période où il n'y a pas de culture principale. L'utilisation d'un semoir muni de 3 contenants est pertinente. Les plus grosses semences sont placées en mélange dans la boîte à céréales; il faut brasser régulièrement pour éviter la ségrégation des graines de densité différente. Les trèfles, la luzerne, le mélilot et la moutarde sont semés dans la boîte appropriée. Les

graminées de forme allongée peuvent être placées dans la troisième boîte. Des semoirs usagés se retrouvent sur le marché et sont peu dispendieux.

Bien que la phacélie puisse aussi être semée en rangs à l'aide d'un semoir à légumes, celui du type Brillon est le mieux adapté. Il convient également très bien au semis d'un mélange de prairie ou des crucifères.

4. **L'engrais vert de pleine saison ou pluriannuel :** Il est bon de réserver des parcelles à la culture annuelle ou pluriannuelle d'engrais verts. Ceci permet de nettoyer la banque de graines et de réduire la pression des maladies et des insectes tout en améliorant la fertilité des sols. Cette pratique doit être intégrée dans le plan de rotation des cultures. D'autre part, elle est une excellente façon de préparer de nouveaux sols pour les cultures maraîchère et fruitière biologiques. Le sarrasin se prête bien à cet exercice. Le semis d'un sarrasin en mi-printemps (le plant est sensible au gel), suivi de son enfouissement 5 semaines plus tard, permet d'effectuer une jachère pour détruire chiendent et vivaces et de compléter par un semis d'engrais vert en fin de juillet. Le sarrasin est un bon indicateur des zones de sols pauvres, acides, compacts ou mal drainés, lesquelles requièrent une amélioration avant l'implantation de cultures exigeantes.

ENFOUISSEMENT

1. **Enfouissement à l'automne ou au printemps?** Le principal problème lié à la pratique des engrais verts de fin de saison est le ralentissement du réchauffement printanier causé par la couverture du sol par les résidus. La fréquence et l'abondance des précipitations au début de la saison amplifient le problème. L'année 2006 en fut un bon exemple. Un hersage d'automne avec un appareil à disques, à dents ou même rotatif, hâte le réchauffement du sol au printemps. D'autre part, cette méthode laisse le sol couvert à plus de 30%, ce qui réduit la sensibilité à l'érosion hydrique et éolienne. Cependant les températures pluvieuses de certains automnes ne permettent pas le hersage. À ce moment, le labour facilitera le réchauffement du sol au début de la saison suivante.
2. **Labour, avantages et inconvénients :** Le labour est une pratique que l'on veut minimiser autant que possible bien qu'elle offre certains avantages. Le labour est souvent efficace pour détruire une végétation de mauvaises herbes vivaces. Il peut activer le réchauffement des sols lorsqu'il est effectué au printemps dans des terres légères humides, et ainsi, permettre une implantation plus rapide.

Sur un retour de prairie sans chiendent, le labour est une façon simple de préparer les sols, Dans le cas du labour d'automne, il faut prendre soin de le faire après le refroidissement des températures. Un labour trop hâtif entraîne une minéralisation des matières organiques suivie d'un lessivage.

Par contre, le labour perturbe les vers de terre, en particulier les espèces anéciques qui sont dérangées par le bouleversement des sols. Les mycorhizes sont affectés par le labour. Bien que ce dernier permette d'exposer les argiles à l'action du gel et du dégel, il fragilise

la structure du sol. L'érosion hydrique et éolienne peut causer de graves problèmes sur un sol labouré.

3. **Une nouvelle technique : Butter les planches de culture à l'automne :** Dans le cadre du présent projet, une méthode innovatrice a été mise au point, dans un système de culture sur planches espacées de 1.50 m centre à centre. Les résultats s'avèrent très efficaces pour garantir l'accès au champ sans détruire tout le couvert d'engrais verts. À l'automne, deux disques sont passés à l'emplacement des allées où circuleront les roues du tracteur l'année suivante.

Un déchaumage classique est effectué à la fin de la culture, suivi d'un ameublissement en profondeur avant le semis de l'engrais vert pratiqué sur une surface aplanie. Puis, en fin septembre ou en octobre, la terre et l'engrais vert des futures allées sont remontés sur la future planche de culture par les disques. Les disques sont passés deux fois dans chaque allée, ce qui assure une profondeur d'environ 15 ou 20 cm par rapport au niveau moyen de la surface du champ. Ceci laisse de 50 à 60 % des surfaces couvertes par l'engrais vert, 20 % de surfaces exposées et environ 20 %, partiellement exposées.

Cette pratique est combinée à l'utilisation d'une rotobutteuse qui prépare les sols l'année suivante, une planche à la fois. Les roues du tracteur attelé devant l'appareil suivent très facilement les allées déjà creusées. D'autres types d'équipements pourraient être utilisés selon le système de préparation de sols spécifique à la ferme. Par ailleurs, l'avantage de la rotobutteuse est qu'elle est équipée d'une grille qui assure le placement des résidus d'engrais verts en profondeur (8-12 cm). Ceci permet d'utiliser un transplanteur ou un semoir sans que les socs ne bourrent dans les résidus. Par contre, c'est un appareil assez coûteux et il nécessite au moins 50 HP de puissance de tracteur. En Europe, il existe divers équipements pour préparer les planches individuelles ; certains travaillent, même avec des planches permanentes.

Les allées creusées à l'avance maintiennent la nappe plus basse que la surface moyenne du champ. Ceci permet de rentrer tôt au printemps. En 2006, toutes les parcelles préparées de cette façon ont été travaillées en mai, tandis que les autres ont connu un retard important.

2.4.3 Particularités des cultures maraîchères et fruitières

Comparativement aux grandes cultures, les cultures maraîchères présentent les difficultés suivantes :

- Les problèmes phytosanitaires liés aux ravageurs et aux maladies ont plus d'incidence;
- Le sarclage et le contrôle des mauvaises herbes impliquent des coûts plus importants;
- Les exigences en fertilité du sol sont plus élevées;

- Les périodes de culture sont réparties sur toute la durée de la saison;
- La qualité des produits récoltés doit répondre à des standards rigoureux.

L'utilisation systématique des engrais verts réduira l'incidence de ces problèmes.

Cette pratique doit être **PRIORITAIRE** sur toutes les fermes maraîchères biologiques.

Malheureusement ce n'est pas ce qu'on observe; l'agriculteur a toujours trop de travail pour placer cette pratique en priorité. La charge de travail s'alourdit car le problème relié aux mauvaises herbes s'aggrave. Il en résulte :

- Une augmentation des coûts de sarclage;
- La nécessité d'embaucher du personnel supplémentaire;
- Une réduction de la disponibilité de l'agriculteur pour d'autres activités;
- Une baisse de la rentabilité de la ferme.

Il faut prendre des moyens pour corriger cet état de fait.

STRATÉGIES DE GESTION

Si les dimensions de la ferme le permettent :

On forme un employé dont la tâche prioritaire sera le déchaumage, la préparation du sol, et l'implantation des engrais verts dès que la récolte d'une parcelle est terminée.

Sur les petites fermes avec peu de personnel :

L'agriculteur organise son temps pour placer cette pratique parmi ses priorités.

3 Impact sur la production agricole

Les pratiques mises au point lors du projet améliorent la gestion des mauvaises herbes au point de réduire la nécessité du sarclage manuel et de diminuer le sarclage mécanique. Les sols ne seront améliorés que sur le moyen terme dans le cas actuel mais chez de nombreuses fermes ayant des sols de meilleure qualité, la réaction positive serait plus rapide. La pollution par l'érosion et le lessivage serait réduite sur les fermes par l'adoption de telles pratiques. L'intensification de l'activité biologique contribue à stabiliser l'azote alors que l'utilisation de non-légumineuses permet de le conserver dans le système et de favoriser l'enrichissement de l'humus en N, ce qui est une bonne protection contre le lessivage. Il est peu connu, aussi que l'évapotranspiration causée par l'engrais vert diminue le lessivage de nitrates en automne. Les conditions sanitaires des cultures se trouvent améliorées par la diversification de l'écosystème des sols et des champs. Les Allemands nomment cette pratique « le passage du balai vert ».

Un des effets potentiellement très structurants est de fournir des moyens d'améliorer la productivité des systèmes maraîchers certifiés biologiques qui sont en expansion et qui depuis quelques années peinent à rencontrer la demande tant du marché local qu'à l'exportation. Une des fonctions reconnues de la culture biologique est de servir de pionnier, de fer de lance au développement de l'agriculture durable qui intègre par la suite les méthodes développées dans des systèmes mixtes. Le projet offrira beaucoup de nouvelles informations pour appuyer l'innovation technologique.

L'objectif éducatif du projet assure un impact à long terme : plusieurs visiteurs, agriculteurs et intervenants de milieux et de domaine très diversifiés, ainsi que les étudiants, pourront transférer les techniques qui leur semblent très appropriées vers d'autres systèmes de culture. Les étudiants qui travailleront après leurs études soit à titre d'agriculteur, de technicien profiteront amplement des observations réalisées sur le système cultural et sur ses effets sur les sols. Tout le bloc de cours concernant la gestion des sols ainsi que divers cours concernant la connaissance et la culture des végétaux ont offert aux étudiants la chance d'effectuer des observations sur place. En particulier, les étudiants en horticulture au cégep de Victoriaville, qui effectuent un stage sur le site et y suivent des cours de mai à novembre ont pu se familiariser avec le comportement du système. Aujourd'hui, un grand nombre des pratiques développées lors du projet continuent d'être appliquées avec succès, en particulier dans les parcelles cultivées par le cégep.

De plus, divers intervenants ont pu s'approprier ces expertises nouvelles. La présence de trois assolements différents en parallèle augmente le potentiel pédagogique du projet.

4 Diffusion des résultats

Trois journées de démonstration ont eu lieu, attirant au total plus de 270 participants ; un peu plus du tiers était des agriculteurs, dont plusieurs maraîchers établis en culture biologique, dans plusieurs régions du Québec, des intervenants, conseillers du MAPAQ et des clubs agro-environnementaux, et des étudiants de plusieurs écoles, notamment des ITAA, du Collège de Sherbrooke, de l'École d'agriculture de Nicolet. Les principaux intervenants en culture biologique au Québec ont participé à ces visites. Des gens sont venus d'aussi loin que de l'Outaouais, de la Gaspésie et du Lac-St-Jean.

Le projet a été présenté dans son ensemble, des visites des parcelles ont eu lieu ainsi que des études de profils de sols pour observer l'impact des systèmes racinaires et de la régie globale sur le sol. La gestion du système de culture en intégrant ces pratiques a été discutée de façon détaillée.

Des journalistes de La Tribune de Sherbrooke et de La Nouvelle de Victoriaville ont assisté à ces rencontres et publié des papiers sur le projet.

Des étudiants des programmes réguliers du cégep de Victoriaville ont réalisé des laboratoires dans les cours de Notions de sols et de Gestion des sols, de Gestion des matières organiques et de Conservation des sols ; ces activités ont touché au moins 120 élèves.

En 2003 et 2004, les étudiants du stage d'été en Production horticole de champ ont eu l'occasion de cultiver sur les retours d'engrais verts et d'implanter 2 ou 3 parcelles avec l'aide du technicien pour se familiariser avec les méthodes de travail nécessitées par cette opération. Ils ont été présents de mai à octobre sur la ferme et ont observé tout le déroulement du projet.

Des groupes d'étudiants de 2 cours de Sols et gestion des matières organiques au Service de formation continue ont visité les parcelles, au total une trentaine de personnes, presque tous des agriculteurs.

Plusieurs enseignants du cégep ont visité les parcelles à diverses occasions.

Le conseiller scientifique monsieur Jacques Painchaud est venu trois fois et a fait visiter notre répondante régionale en culture biologique, madame Johanne Vary.

À l'été 2004, madame Anne Vanasse, enseignante à la Faculté d'agriculture de l'Université Laval a organisé une journée de formation et de démonstration pour une quinzaine d'agronomes et techniciens de clubs agro-environnementaux participant à un Projet sur les engrais verts en grandes cultures financé par le Programme d'atténuation des gaz à effet de serre. Participaient également à cette journée des agronomes de longue expérience, notamment, messieurs André Brunelle et Jules Blanchet du MAPAQ.

La répondante régionale en culture biologique du Bas-St-Laurent, madame Christiane Cossette a visité les parcelles, accompagnée de la responsable des productions horticoles.

Les personnes abonnées au panier hebdomadaire des Jardins de Pierrot ont effectué des visites lors des journées portes-ouvertes en 2003 et 2004.

Une conférence a été organisée le 8 avril 2005 au cégep de Victoriaville. Bernard Estévez a présenté des résultats d'essais sur le seigle intercalaire réalisés dans le cadre du même programme ; Isabelle Breune a présenté des essais réalisés sur une ferme de pomme de terre de la région ; nous avons présenté nos résultats et le tout fut suivi d'une table ronde permettant des échanges entre tous les producteurs et les intervenants. Une soixantaine de personnes ont participé à la journée.

Le rapport circulera dans le réseau des intervenants en agro-environnement, dans celui de l'agriculture biologique, dans le réseau Équiterre et celui de la Fédération d'agriculture biologique. De nombreuses personnes en ont demandé des copies, notamment dans les régions éloignées. On l'enverra en format .pdf pour pallier au manque de ressources pour la distribution.

Il sera probablement mis en ligne sur www.agrireseau/Agriculturebiologique.

Une brochure est publiée à l'automne 2006. Elle fut lancée en présence de 140 personnes lors du Séminaire : Les sols et la nutrition végétale adaptée à l'agriculture biologique. Développements européens et américains. Avec Guido Haas et Walter Goldstein, au cégep de Victoriaville les 28, 29 et 30 novembre 2006.

Nous croyons que le projet a permis d'offrir de nouvelles méthodes à la culture maraîchère biologique au Québec. Nous espérons qu'il a aidé et aidera encore à améliorer les pratiques sur plusieurs fermes.

Si c'était à reprendre, nous tenterions d'obtenir des ressources pour le travail du chargé de projet et de sa principale collaboratrice qui ont réalisé ce projet sur une base bénévole, en surplus de leurs activités régulières d'enseignement au Cégep de Victoriaville (sauf la rédaction du rapport final et de la brochure pour lequel le cégep a alloué l'équivalent de une journée/semaine pendant une session).

De même, nous rechercherions des budgets plus élevés pour le suivi technique, l'échantillonnage et la réalisation d'analyses afin d'obtenir des données plus complètes sur les essais effectués.

Nous croyons que ce projet constitue une étape dans l'évolution de connaissances sur les engrais verts en culture maraîchère biologique, et qu'il faudrait maintenant des essais appuyés avec des méthodes scientifiques plus classiques, permettant de répondre à des questions précises sur les impacts des engrais verts sur la nutrition des cultures ultérieures, par exemple.

Le problème le plus épineux demeure la difficulté pour les agriculteurs surchargés de travail de bien intégrer ces pratiques dans leur travail courant au jour le jour.

ANNEXES

RÉSULTATS DES ANALYSES DES ENGRAIS VERTS DURANT LE PROJET

Résultats des analyses des engrais verts 2002

# parcelle	Rendement base humi T/ha	Rendement base sèche T/ha	Contenu en N kg/ha	Contenu en P kg/ha	Contenu en K kg/ha
1,11	11,95				
2,12	22,6				
2,14	18,6				
2,15	16,6				
2,22+2,23+ 2,24 + 2,13	17,3				
2,25	14,9				
2,32	18,1				
4,11 +4,21	19,3				
4,12	16,1				
4,13	14,8				
4,13	14,8	4,4	123,5	10,1	100,1
4,22	9,7				
5,3	29,4				
5,4	14,8				
6,1	26,5				
6,2	37,3				

parcelle	M.S. en %	N total en %	P total en %	Mg total en %	Ca total en %	K total en %	Zn total ppm	Cu total ppm	Mn total ppm	Fe total ppm	B total ppm
1,11 + 1,21		2	0,33	0,24	1,15	2,45	51,9	8,94	25,8	148	19,3
2,12		2,6	0,38	0,27	3,02	2,91	26,2	12,7	32,7	224	24,1
2,14		1,9	0,36	0,19	1,3	2,2	26,2	8,04	46,4	194	14,6
2,15		2,9	0,39	0,15	0,61	2,89	30,9	12	30,1	211	6,3
2,22 +2,23+ 2,24 + 2,13		2,7	0,36	0,14	0,38	3,25	30,9	10,8	48,3	184	5,2
2,25		2	0,38	0,14	0,26	3,1	25,7	6,29	46,6	110	3,9
2,32		2,7	0,42	0,13	0,38	3,52	30,3	11,2	85,5	118	3,7
4,11 + 4,21		3,1	0,33	0,21	0,82	1,72	48,1	16,5	45,5	105	9,8
4,12		3,5	0,46	0,19	0,54	2,8	36,3	10	61,4	105	7,9
4,13	29,8	2,8	0,23	0,17	0,39	2,27					
4,13 (1)		2,6	0,31	0,18	0,55	1,58	33,4	11,1	60,6	180	6,9
4,22		2,9	0,37	0,14	0,59	1,88	22	7,73	57,3	126	4,8
5,3		2,7	0,42	0,2	1,96	2,89	38,8	11,5	90,5	142	25,4
5,4		2,8	0,25	0,16	0,49	2,24	49,9	14,7	63,9	166	6,9
6,1		2,6	0,4	0,2	2,4	2,15	48,2	13,1	60,3	171	24,2
6,2		2,7	0,44	0,28	3,37	2,83	44,2	31,2	58,4	756	33,4
Moyenne		2,66	0,36	0,19	1,14	2,54	36,20	12,39	54,22	196,00	13,09

Résultats des analyses des engrais verts 2003

date	#parcelle	rendt T/ha (base humide)	rdt T/ha (base m.s.)	Contenu en N kg/ha	Contenu en P kg/ha	Contenu en K kg/ha					
au 18 juill	1	26,3	4,2	83,1	11,6	140,9					
au 6 nov	1,22	16,35	2,8	93,9	6,1	102,2					
au 6 nov	1,23	16,13	2,8	117,2	6,4	80,9					
au 6 nov	1,24	14,63	2,7	82,1	7,1	73,6					
au 6 nov	1,25	14,58	2,6	88,2	6,5	85,4					
au 6 nov	2,12,2	16,95	2,3	74,3	7,7	112,2					
au 6 nov	2,14,1	9,73	1,6	55,2	6,2	60,9					
au 6 nov	2,14,2	18,88	3,2	134,8	12,5	93,4					
au 6 nov	2,14,3	6,4	1,0	46,5	5,0	43,5					
au 22juillet	2,15	26,65	5,7	164,6	12,5	74,4					
au 6 nov	2,15	12,15	1,8	60,1	10,4	78,2					
au 6 nov	2,22	14	2,2	96,7	9,2	107,5					
au 6 nov	2,23,1	3,75	0,7	25,5	2,3	21,5					
au 6 nov	2,23,3	15,63	3,4	78,0	8,8	56,6					
au 6 nov	2,24	5,33	0,8	45,2	4,3	35,8					
au 17 juin	2,25	13,95	3,2	107,7	7,6	80,4					
au 18 juillet	2,32	33,6	7,6	212,6	12,9	104,0					
au 6 nov	2,32	11,6	1,9	63,9	6,4	75,9					
au 6 nov	3	22,83	3,2	138,4	10,9	126,8					
au 6 nov	4,11	7,2	1,5	53,7	4,8	42,6					
au 6 nov	4,12	9,8	1,6	70,1	7,5	65,0					
au 6 nov	4,13	4,6	0,9	37,4	3,8	29,7					
au 6 nov	4,22,1	6,55	1,3	57,4	5,2	39,1					
au 6 nov	4,22,2	20,9	3,6	148,2	12,7	122,2					
au 6 nov	5,2	8,2	1,8	75,4	4,3	59,1					
au 6 nov	7,1	21,45	3,6	129,0	9,0	82,0					
parcelle	M.S. en %	N total en %	P total en %	Mg total en %	Ca total en %	K total en %	Zn total ppm	Cu total ppm	Mn total ppm	Fe total ppm	B total ppm
1(1)	15,8	2	0,28	0,49	0,83	3,39	44,2	10,9	41,4	166	10,7
1,22	16,9	3,4	0,22	0,24	0,59	3,7	40,7	12	34,8	204	7,9
1,23	17,3	4,2	0,23	0,28	0,46	2,9	59,3	12	146	159	7,8
1,24	18,7	3	0,26	0,22	0,35	2,69	43,1	9,31	148	122	3,4
1,25	17,8	3,4	0,25	0,21	0,4	3,29	44,9	11,3	107	115	3,7
2,12,2	13,7	3,2	0,33	0,16	0,29	4,83	28,7	7,99	24,2	247	4,4
2,14,1	16,7	3,4	0,38	0,15	0,46	3,75	34,7	19	34,4	732	6,6
2,14,2	17	4,2	0,39	0,18	0,56	2,91	52,6	13,3	27,9	262	18,6

parcelle	M.S.	N total	P total	Mg total	Ca total	K total	Zn total	Cu total	Mn total	Fe total	B total
2,14,3	15,8	4,6	0,49	0,129	0,52	4,3	39,9	17	28	522	4,6
2,15(1)	21,3	2,9	0,22	0,41	1,38	1,31	28,8	18,8	29,2	110	15,6
2,15	15	3,3	0,57	0,13	0,48	4,29	30,3	14,6	21,1	264	4,6
2,22	15,7	4,4	0,42	0,23	0,43	4,89	36,9	9,94	22,4	510	5,5
2,23,1	18,9	3,6	0,32	0,22	0,77	3,03	34,4	24,5	33,5	988	9,2
2,23,3	21,7	2,3	0,26	0,2	1,3	1,67	34,2	15,7	14,5	469	14,7
2,24	15,7	5,4	0,51	0,2	0,47	4,28	44,4	14,9	29	536	3,2
2,25 (1)	22,7	3,4	0,24	0,43	1,74	2,54					
2,32(1)	22,6	2,8	0,17	0,44	1,98	1,37	30	13,7	35,8	205	16
2,32	16,7	3,3	0,33	0,14	0,36	3,92	31,5	15,8	45,7	310	3,3
3	14,1	4,3	0,34	0,2	0,57	3,94	42,2	12	48,1	191	3,9
4,11	21,3	3,5	0,31	0,16	0,43	2,78	30,4	35,2	39,9	1320	4,3
4,12	15,9	4,5	0,48	0,19	0,64	4,17	41,1	31,3	50,5	1220	5,9
4,13	18,5	4,4	0,45	0,22	0,64	3,49	39,8	30,5	138	1920	3,7
4,22,1	19,9	4,4	0,4	0,17	0,59	3	34,4	23,2	49,6	1040	5,2
4,22,2	17,3	4,1	0,35	0,24	0,74	3,38	32,1	27,8	51,9	1040	6,1
5,2	21,9	4,2	0,24	0,18	0,48	3,29	45,6	14,5	69,5	813	8,7
7,1	16,7	3,6	0,25	0,25	0,38	2,29	46,6	11	64,1	113	4,1
Moyenne	17,99	3,75	0,34	0,22	0,68	3,28	38,61	17,31	53,88	558,83	7,13

Résultats des analyses des engrais verts 2004

date	# parcelle	rendement T/ha (base humide)	rdt T/ha (base m.s.)	Contenu en N kg/ha	Contenu en P kg/ha	Contenu en K kg/ha
au 14 juillet	1,24	38,55	6,59	191,2	15,8	114,7
au 15 octobre	1,24		0,00	0,0	0,0	0,0
au 15 octobre	2,12	16,45	2,86	68,7	8,0	129,9
au 15 octobre	2,13	9,37	1,76	61,7	7,8	67,5
au 15 octobre	2,15	7,9	2,07	60,0	10,8	83,8
au 15 octobre	2,23	12,93	3,39	105,0	13,6	73,2
au 15 octobre	2,25	27,78	5,08	106,8	17,3	215,0
au 15 octobre	2,32	18,43	2,64	79,1	9,8	97,0
au 8 août	4,13	3,33	0,46	14,3	1,4	16,5
au 15 octobre	4,21	8,9	1,66	53,3	5,8	59,6
au 14 juillet	5,1	34,75	5,98	203,2	13,1	146,4
au 8 août	5,4	19,25	4,20	92,3	9,2	91,9
au 15 octobre	6,2	4,5	0,84	36,0	3,4	35,0
au 14 juillet	7,2	26,75	5,54	55,4	13,8	124,6
au 15 octobre	7,2		0,00	0,0	0,0	0,0

parcelle	M.S. en %	N total en %	P total en %	Mg total en %	Ca total en %	K total en %	Zn total ppm	Cu total ppm	Mn total ppm	Fe total ppm	B total ppm
1,24 (1)	17,1	2,9	0,24	0,52	1,3	1,74	40,9	14,7	64,1	158	20,2
1,24	29,5	1,9	0,36	0,3	1,36	1,9	63,9	5,93	18,2	146	19,3
2,12	17,4	2,4	0,28	0,19	0,56	4,54	40,5	9,23	38,5	251	5,6
2,13	18,8	3,5	0,44	0,24	0,82	3,83	31	10,1	35,5	315	10,3
2,15	26,2	2,9	0,52	0,17	0,61	4,05	27,9	8,96	30,8	211	7,7
2,23	26,2	3,1	0,4	0,24	1,05	2,16	29,7	8,67	28,7	240	10,2
2,25	18,3	2,1	0,34	0,13	0,3	4,23	23,8	6,93	37,7	163	3,9
2,32	14,3	3	0,37	0,27	1,04	3,68	49,3	11	23,6	333	15
4,13	13,9	3,1	0,3	0,18	0,53	3,57	31,3	11,2	31,5	677	5,6

parcelle	M.S. en %	N total en %	P total en %	Mg total en %	Ca total en %	K total en %	Zn total ppm	Cu total ppm	Mn total ppm	Fe total ppm	B total ppm
4,21	18,7	3,2	0,35	0,18	0,66	3,58	35,3	17,7	38,2	874	5
5,1	17,2	3,4	0,22	0,39	1,86	2,45	38,3	15,8	34,4	155	21,7
5,4	21,8	2,2	0,22	0,14	0,33	2,19	26,9	9,54	11,3	352	4
6,2	18,6	4,3	0,41	0,15	0,46	4,18	38,2	12,6	49,3	1140	2,5
7,2 (1)	15,7	3,7	0,24	0,47	2,19	1,76	52,2	17	73	175	29
7,2	20,7	1	0,25	0,14	1,77	2,25	34,8	4,28	12,4	136	15,8
Moyenne	19,81	2,84	0,34	0,23	0,97	3,17	37,36	10,64	33,08	369,14	11,11

RÉSULTATS DES ANALYSES DE SOL DURANT LE PROJET

Tableau 3. Diamètre moyen pondéré (DMP)*, répartition des agrégats inférieurs à 6mm et stabilité des agrégats de 2-1mm*

Site & horizon	agrégats (%)					DMP (mm)	agrégats (%)	
	6-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	<0.25 mm		2-1 mm	<1 mm
Site 1								
Ap	14,5%	14,4%	10,2%	8,5%	52,4%	0,90	25,5%	74,5%
Aefg+Bfj	2,3%	5,5%	5,6%	3,9%	82,7%	0,23	4,0%	96,0%
Bg	0,2%	2,8%	2,5%	1,6%	92,8%	0,08	1,2%	98,8%
Site 2								
Ap	20,5%	13,4%	9,1%	6,9%	50,2%	1,11	17,4%	82,6%
Bgj+Bfj	0,5%	1,5%	3,0%	5,7%	89,3%	0,09	8,8%	91,2%
Bg1	3,2%	2,5%	2,7%	0,9%	90,7%	0,19	1,5%	98,5%
Cg1	1,0%	0,7%	0,3%	0,6%	97,3%	0,06	0,1%	99,9%
Site 3								
Ap1	18,1%	13,8%	9,3%	11,0%	47,9%	1,04	36,0%	64,0%
Ap2	10,6%	17,9%	10,5%	8,1%	52,9%	0,80	25,1%	74,9%
Oh	46,8%	19,3%	14,6%	6,0%	13,3%	2,29	85,1%	14,9%
Cgj1	0,0%	0,4%	0,6%	2,2%	96,7%	0,02	16,0%	84,0%
Cgj2	2,1%	1,4%	1,7%	0,4%	94,5%	0,12	0,4%	99,6%

*Analyses effectuées sur matériel humide.

Calcul du DMP effectué à partir de matériel sec et enlèvement des particules primaires demeurant sur

chacun des tamis (suite à la dispersion à l'aide de l'hexamétaphosphate de Na, du matériel demeuré sur

chacun des tamis, suite au premier tamisage dans l'eau.

PROGRAMME DES JOURNÉES DE DÉMONSTRATION 2002 À 2004 ET CONFÉRENCE 2005

Engrais verts automne 2002

Les Jardins de Pierrot - Cégep de Victoriaville

- 1.1.1 Moutarde blanche 5 kg, radis fourrager 5 kg, trèfle incarnat 5 kg
28 juillet à la volée-roulé
Suivi de plantation de fraisiers (compost 30 t/ha)
- 2.32 Triticale 80 kg, pois 20 kg, trèfle incarnat 8 kg
9 août
Suivi de laitues (compost. 25 t/ha)
- Avoine 80 kg, vesce velue 10 kg, trèfle rouge 5 kg, brome 6,5 kg,
Fétuque élevée 3 kg, dactyle 1 kg Erreur - resemé en mélange bande enherbée
Suivi de laitues d'automne (compost. 25 t/ha)
- 2.31, 2.21, 2.11
Avoine 80 kg, trèfle blanc 'Huia' 5 kg, trèfle rouge 3 kg
Brome 6,5 kg, fétuque élevée 3 kg, dactyle 6,5 kg
5 août
Enherbement compost et maïs (compost en haut- calibration)
- 2.12 Phacélie 7 kg
9 août
à la volée-roulé
Suivi d'oignons (compost. 15 t/ha)
- 2.22, 2.23, 2.24
- 2.13 Avoine 30 kg, triticale 30 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg, trèfle incarnat 6 kg
5 août
Suivis de courges (2.22) (compost. 30 t/ha)
Maïs sucré (2.23) engrais vert (2,24) crucifères hâtives (2.13) (compost. 25 t/ha)
- 2.14 Avoine 30 kg, triticale 30 kg, radis fourrager 8 kg
9 août
Suivis de pois (compost. 15 t/ha)
- 2.15 Triticale 80 kg, pois 20 kg, trèfle incarnat 8 kg
9 août
Suivi d'épinards, betteraves, bette à carde, céleri-rave, chicorée, fenouil
- Avoine 80 kg, vesce velue 10 kg, trèfle rouge 5 kg, brome 6,5 kg,
Fétuque élevée 3 kg, dactyle 1 kg
Suivi d'épinards d'automne (compost. 25 t/ha)
- 2.25 Avoine 60 kg, ray-grass annuel 8 kg, trèfle rouge 10 kg, trèfle incarnat 5 kg
9 août
Suivi de crucifères tardives (compost. 25 t/ha)

3, 1, 5.1, 5.2, 7

Mise en culture 2004 - drainage déficient, pas de compost
Avoine 100 kg, vesce velue 20 kg, féverole 20 kg 4 août

4.11, 4.21

Triticale 80 kg, vesce velue 20 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg
2 août
Suivi de carottes (compost. 20 t/ha)

4.22 Seigle d'automne 90 kg, phacélie 2 kg 2 août
Suivi de haricots (compost. 20 t/ha)

4.12 Seigle 100 kg, vesce velue 30 kg 2 août
Suivi de pommes de terre (compost. 30 t/ha)

4.13 Avoine 80 kg, vesce velue 20 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg
2 août
Suivi de concombre, zucchini, courge d'été, citrouilles (compost. 30 t/ha)

5.3 Avoine 60 kg, vesce velue 15 kg, radis fourrager 8 kg
1 août
Suivi de poireau tardif (compost. 30 t/ha)

5.4 Avoine 80 kg, vesce velue 20 kg, trèfle incarnat 3 kg
1 août
Suivi de poireau tardif (compost. 30 t/ha)

6.1 Avoine 80 kg, vesce velue 10 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg, trèfle incarnat 3 kg
2 août
Suivi de tomates, piment, aubergine (compost. 30 t/ha)

6.2 Radis fourrager 8 kg, vesce velue 20 kg
2 août
Semé à la volée, resemé localement
Suivi de poireau hâtif (compost. 30 t/ha)

**Denis La France, enseignant et Élise Maynard, agronome enseignante
Cégep de Victoriaville**

Intensification des engrais verts en culture maraîchère 2003

Les Jardins de Pierrot - Cégep de Victoriaville

- 1.21 Fraises implantation 2003
2002 Moutarde blanche 5 kg, radis fourrager 5 kg, trèfle incarnat 5 kg
- 1.22 Fraises 2004
Sarrasin 50 kg/ha 3 juin
Avoine 80 kg, vesce commune 30 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg, trèfle incarnat 5 kg
15 août
- 1.22.1 Cucurbitacées 2003
Fraises 2004
- 1.23 Sarrasin 50 kg 3 juin
Avoine 80 kg, vesce commune 20 kg, vesce velue 10 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg,
trèfle incarnat 5 kg
15 août
Poireau 2004
- 1.24 Sarrasin 50 kg 3 juin
Engrais vert foin 2004
Avoine 80 kg, ray-grass vivace 10 kg, trèfle blanc 5 kg, trèfle rouge 5 kg
16 août
- 1.21.2, 1.25, 5.1, 7.2, 1.11, 1.12,
Sarrasin 50 kg/ha 3 juin
Foin 2-3 ans
Avoine 40 kg, seigle printemps 40 kg, trèfle blanc 5 kg, trèfle rouge 3 kg,
brome 6,5 kg, fétuque élevée 3 kg, dactyle 1 kg
15 août
- 7.1 Sarrasin 50 kg 3 juin
Avoine 80 kg, trèfle incarnat 10 kg, vesce velue 20 kg
16 août
- 6.1 Solanacées 2003
Poireau 2004
- 6.2 Poireau été 2003
Cucurbitacées/maïs 2004
- 1.1.2 Seigle d'automne 120 kg, vesce velue 15 kg, vesce commune 25 kg,
16 août
Patates hâtives 2004

- 5.3 Poireau automne 2003
Carottes automne 2004
- 5.4 Patates tardives 2003
Foin 2004
- 4.22 Haricots / carottes 2003
Seigle automne 120 kg, vesce velue 15 kg, vesce commune 25 kg 9 septembre
- 2.16 Cucurbitacées 2003
Seigle de printemps 150 kg
9 septembre
Carottes primeur/haricots 2004
- 4.12 Patate hâtive 2003
Seigle printemps 80 kg, vesce commune 20 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg
9 septembre
Poireau été 2004
- 4.11 Carottes 2003
Seigle d'automne 150 kg 9 septembre
Millet perlé 2004
- 3 Jachère 2003 patates
Foin 2-3 ans
Avoine 40 kg, seigle printemps 40 kg, trèfle blanc 5 kg, trèfle rouge 3 kg,
brome 6,5 kg, fétuque élevée 3 kg, dactyle 1 kg 15 août
- 2.25 Crucifères tardives 2003
Engrais vert pleine saison 2004
- 2.15 Chénopodiacées, etc. 2003
Seigle printemps 60 kg, trèfle incarnat 10 kg, vesce velue 20 kg 28 août
Laitues/oignons à bottelet 2004
- 6.2.1 Pois
Blé 80 kg, vesce velue 40 kg 28 août
Crucifères hâtives 2004
- 6.2.2 Seigle automne 100 kg, vesce velue 20 kg, pois 3 kg, féverole 4 kg
Crucifères hâtives 2004 17 juin
- 6.2.3 Seigle automne 100 kg, vesce velue 20 kg, pois 3 kg, féverole 4 kg
Resemé Blé 80 kg, vesce commune 40 kg 1 septembre

- 2.24 Trèfle incarnat 10 kg, phacélie 4 kg
mauvaise couverture du sol, mauvaises herbes
Blé 80 kg, trèfle incarnat 15 kg
1 septembre
- 2.23.3 Trèfle incarnat 10 kg, phacélie 4 kg
19 juin
- 2.23.2 Maïs sucré tardif 2003
Ray-grass annuel 10 kg, trèfle blanc 5 kg
30 juillet
- 2.23.1 Maïs sucré 2003
Blé 160 kg
1 septembre
- 2.13 Cucurbitacées 2003
Blé 150 kg
26 sept.
Ail, oignons pois 2004
- 6.1.1 Oignons 2003
Seigle automne 160kg, vesce velue 20 kg
10 octobre
Crucifères tardives 2004
- 2.12.2 Oignons verts 2003
Avoine 160 kg, trèfle incarnat 10 kg
26 août
- 2.22 Crucifères hâtives 2003
Blé 80 kg, trèfle incarnat 10 kg, vesce velue 30 kg
26 août
Chénopodiacées, ombellifères 2004
- 2.32.1 Laitue 2003
Blé 80 kg, ray-grass vivace 10 kg, trèfle rouge 10 kg
26 août
EV foin 2004

Denis La France, dta, enseignant
Élise Maynard, agronome, enseignante
Cégep de Victoriaville

Communiqué - pour publication immédiate

Intensification des engrais verts en culture maraîchère biologique Démonstration organisée par M. Denis La France, enseignant au cégep de Victoriaville aux jardins de Pierot à Victoriaville.

Une journée de démonstration portant sur l'intensification des engrais verts en culture maraîchère biologique s'est déroulée le 17 octobre. Une soixantaine de visiteurs ont pu y voir pas moins de 22 parcelles d'engrais verts semés tout au long de la saison sur une ferme maraîchère biodynamique en première année de culture. Des mélanges ont été implantés, selon une approche innovatrice, dans le but de développer de nouvelles façons d'utiliser les engrais verts en culture maraîchère biologique. Ce type de parcelles présente aussi un certain intérêt pour les fermes de grande culture.

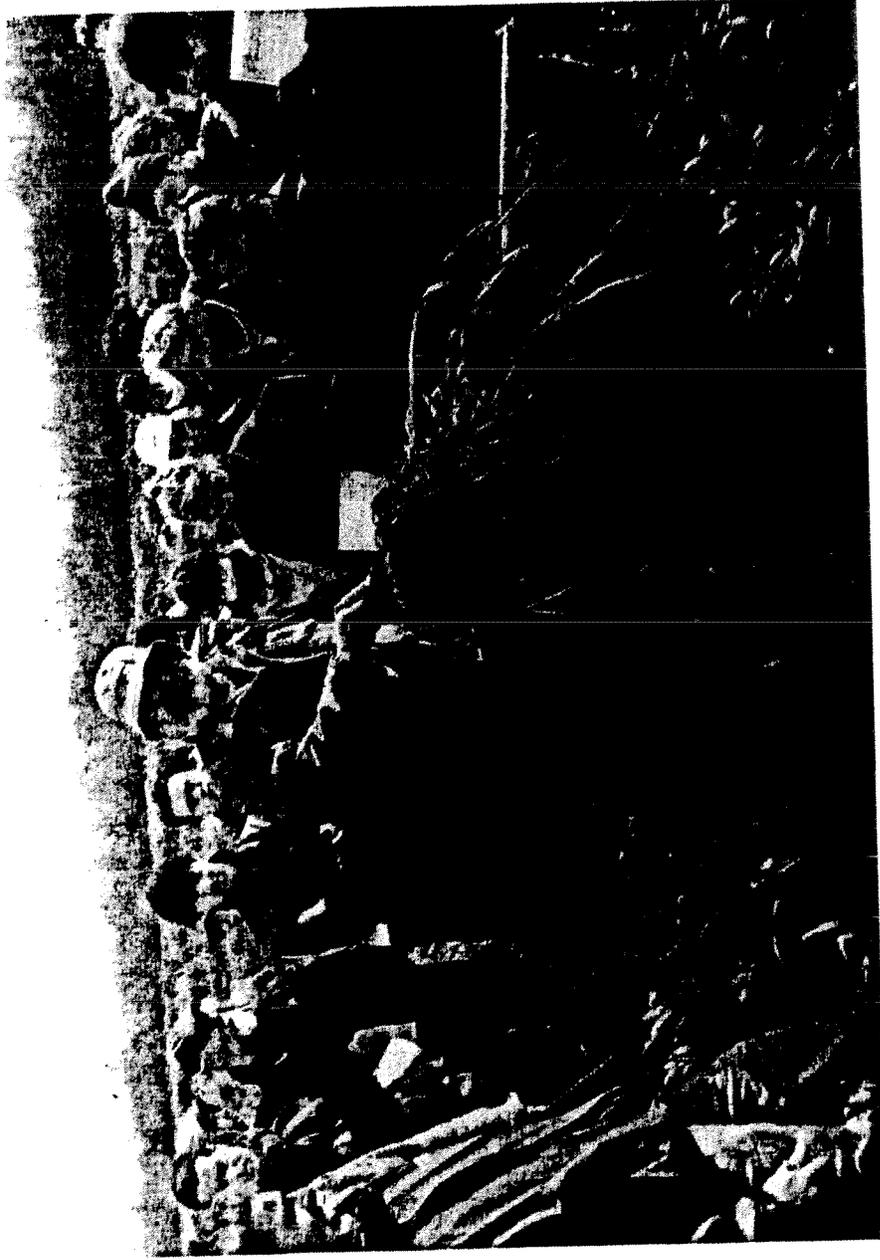
Plusieurs problématiques ont été étudiées :

- Diversification des espèces afin de favoriser la biodiversité, en particulier dans l'activité biologique des sols;
- Impact de l'utilisation intensive des engrais verts sur les sols et les cultures;
- Impact des engrais verts sur la pression des mauvaises herbes;
- Comportement des mélanges de 2 à 6 espèces (compétition-complémentarité);
- Croissance successive en automne des espèces en mélange alors que les plus résistantes (légumineuses) prennent la relève de celles qui sont arrêtées par le froid;
- Maximisation des légumineuses pour réduire les besoins de compost (PAEF);
- Comportement des espèces et des mélanges en conditions de sécheresse.

Les espèces suivantes ont été utilisées : avoine, seigle d'automne et de printemps, blé, dactyle, fétuque élevée, brome, ray-grass annuel, ray-grass vivace trèfles rouge, blanc, incarnat, vesce velue, vesce commune, pois, féverole, phacélie.

Mené par Denis La France, du cégep de Victoriaville, le projet est financé par le CDAQ et appuyé par divers partenaires comme Pickseed, Semences Nicolet, Semences RDR Proulx, Alexandre Neves, MAPAQ, FABQ, Equiterre, ainsi que M. Marc Laverdière de l'Université Laval.

Renseignements : Denis La France 819-758-6401 poste 2583, dlafrance@cgpvicto.qc.ca



Sur la photo, on peut voir M. Denis La France et une partie du groupe qui a participé à la démonstration sur l'intensification des engrais verts aux jardins de Pierrot.

Projet : Intensification des engrais verts en culture maraîchère biologique

Cégep de Victoriaville

Journée de démonstration

Date : mercredi, le 6 octobre 2004

Heure : 9h30 - 15h00

Coût : gratuit

**Lieu : Les jardins de Pierrot
22 rue Marie-Perle
Victoriaville
(entrée rue Hervé, à partir de la route 161 au Nord de la route 122-
entre Satisfaction Chrysler et les serres Botanix- la ferme est au bout de
la rue Hervé)**

Une journée de démonstration est prévue, mercredi le 6 octobre, pour la visite de 22 parcelles d'engrais verts semés tout au long de la saison sur une ferme maraîchère biodynamique en deuxième année de culture. Des mélanges ont été implantés, selon une approche innovatrice, dans le but de développer de nouvelles façons d'utiliser les engrais verts en culture maraîchère biologique. Les parcelles présentent aussi un certain intérêt pour les fermes de grande culture.

Plusieurs problématiques sont étudiées :

- Diversification des espèces afin de favoriser la biodiversité, en particulier dans l'activité biologique des sols;
- Impact de l'utilisation intensive des engrais verts sur les sols et les cultures;
- Impact des engrais verts sur la pression des mauvaises herbes;
- Comportement des mélanges de 2 à 6 espèces (compétition-complémentarité);
- Croissance successive en automne des espèces en mélange alors que les plus résistantes (légumineuses) prennent la relève de celles qui sont arrêtées par le froid;
- Maximisation des légumineuses pour réduire les besoins de compost (PAEF);
- Comportement des espèces et des mélanges selon les conditions climatiques.

Les espèces suivantes ont été utilisées : avoine, seigle d'automne et de printemps, blé, dactyle, féтуque élevée, brome, ray-grass annuel, ray-grass vivace trèfles rouge, blanc, incarnat, vesce velue, vesce commune, pois, féverole, phacélie, moutarde blanche, radis huileux, radis fourrager.

Mené par Denis La France, du Cégep de Victoriaville, avec la collaboration d'Élise Maynard, et Pierre Raymond, le projet est financé par le CDAQ et appuyé par divers partenaires comme Pickseed, Semences Nicolet, Semences RDR Proulx, Alexandre Neves, MAPAQ, FABQ, Equiterre, ainsi que Marc Laverdière de l'IRDA.

Un remerciement particulier à l'endroit de Yvon Houle et Marc Bouliane, techniciens.

Intensification des engrais verts en culture maraîchère 2004
Les Jardins de Pierrot - Cégep de Victoriaville

Denis La France, dta, enseignant
Élise Maynard, agronome, enseignante
Cégep de Victoriaville

Parcelles Cégep de Victoriaville

2.32 Laitue 2003

Blé 80 kg, ray-grass vivace 10 kg, trèfle rouge 10 kg
Survécu 20 %
Sarrasin printemps

Blé 80 kg trèfle incarnat 5 kg vesce velue 20 kg vesce commune 20 kg pois 20 kg
9 août
fumier bovins composté 50 t/ha
Crucifères hâtives 2005

2.22 Crucifères hâtives 2003

Blé 80 kg, trèfle incarnat 10 kg, vesce velue 30 kg
Chénopodiacées, ombellifères 2004

Blé 80 kg vesce commune 20 kg pois 20 kg féverole 20 kg
24 août
Laitue 2005

2.23.2 Maïs sucré tardif 2003

Ray-grass annuel 10 kg, trèfle blanc 5 kg
Intercalaire repousse 2004

Seigle d'automne 80 kg vesce velue 20 kg pois 20 kg féverole 20 kg
8 juillet
Cucurbitacées 2005

2.12 Oignons 2003

Seigle automne 160kg, vesce velue 20 kg
Crucifères hâtives 2004

Avoine 80 kg, raygrass vivace 10 kg, trèfle blanc 5 kg, trèfle rouge 5 kg,
mélilot 5 kg, vesce velue 20 kg
6 août
épandage reste compost 20 août
Engrais verts 2005

2.13.1 Cucurbitacées 2003

Ail 2004

Seigle d'automne 100 kg, trèfle blanc 3 kg, trèfle rouge 5 kg, mélilot jaune 5 kg
vesce velue 30 kg
Crucifères tardives 2005

2.13.2 Cucurbitacées 2003

Blé 150 kg

Oignons 2004

Seigle d'automne 1 octobre

Crucifères tardives 2005

2.14.1 Blé 80 kg, vesce velue 40 kg 2003

Crucifères tardives 2004

Seigle d'automne 150 kg 24 septembre 2004

Engrais verts 2005

2.14.2 Seigle automne 100 kg, vesce velue 20 kg, pois 3 kg, féverole 4 kg 2003

Crucifères tardives 2004

Seigle d'automne 150 kg 24 septembre 2004

Engrais verts 2005

2.24 2003 Trèfle incarnat 10 kg, phacélie 4 kg

mauvaise couverture du sol, mauvaises herbes

resemé Blé 80 kg, trèfle incarnat 15 kg

Cucurbitacées / herbes 2004

Avoine 200 kg 24 septembre

Oignons et ail 2005

2.25 Crucifères tardives 2003

Sarrasin Mai 2004

Avoine 80 kg, trèfle incarnat 15 kg phacélie 2 kg 6 août 2004

Chénopodiacées, ombellifères 2005

2.15 Laitues 2004

Seigle d'automne 80 kg mélilot jaune 8 kg vesce velue 20 kg pois 20 kg

féverole 20 kg 6 août 2004

Engrais vert 2005

2.15 Laitues 2004

Seigle d'automne 150 kg 24 septembre 2004

Engrais vert 2005

Jardins de Pierrot

- 1.21 Fraises 1^e récolte 2004
2002 Moutarde blanche 5 kg, radis fourrager 5 kg, trèfle incarnat 5 kg
- 1.22 Fraises implantation 2004
2003 Sarrasin
Avoine 80 kg, vesce commune 30 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg,
trèfle incarnat 5 kg
- 1.23 Cucurbitacées 2004
2003
Avoine 80 kg, vesce commune 20 kg, vesce velue 10 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg,
trèfle incarnat 5 kg
Fraises implantation 2005
- 1.24 Engrais vert foin 2004
Ray-grass vivace 10 kg, trèfle blanc 5 kg, trèfle rouge 5 kg
Enfoui par disquage début juillet

Moutarde blanche 6 kg Radis fourrager 6 kg
26 juillet
Cucurbitacées 2005
- 1.25, 1.11, 1.12,
Août 2003 Foin 2 ans
Trèfle blanc 5 kg, trèfle rouge 3 kg, brome 6,5 kg, fétuque élevée 3 kg, dactyle 1 kg
Fauché 2 fois
- 7.1 Tomates, piments, aubergines 2004

2003 Sarrasin suivi de Avoine 80 kg, trèfle incarnat 10 kg, vesce velue 20 kg
Citrouilles poireaux 2005
- 7.2, 5.1 Foin implanté août 2003
Changement rotation
Disqué juillet

Moutarde blanche 6 kg, Radis fourrager/huileux 6 kg
4 août
Maïs hâtif 2005
- 6.1 Solanacées 2003
Laitues, crucifères, betteraves, etc 2004
Haricots pois oignons 2005
- 6.2 Poireau été 2003
Maïs 2004
Seigle d'automne 150 kg 7 septembre
Patates hâtives 2005

- 5.2 Patates hâtives 2004
2003 Seigle d'automne 120 kg, vesce velue 15 kg, vesce commune 25 kg
Carottes 2005
- 5.3 Poireau automne 2003
Carottes 2004
Engrais vert de foin 2005
- 5.4 Patates tardives 2003

Seigle printemps 80 kg,
trèfle blanc 5 kg, trèfle rouge 3 kg,
brome 6,5 kg, fétuque élevée 3 kg, dactyle 1 kg
21 juin 2004
Fauché plante abris début août
Engrais verts de foin 2005
- 4.22 Haricots 2003
Seigle automne 120 kg, vesce velue 15 kg, vesce commune 25 kg
2004 Maïs/patates
Seigle d'automne 150 kg
7 septembre 2004
Crucifères, laitue, betteraves 2005
- 4.13 Cucurbitacées 2003
Seigle de printemps 150 kg
Seigle printemps 80 kg,
trèfle blanc 5 kg, trèfle rouge 3 kg,
brome 6,5 kg, fétuque élevée 3 kg, dactyle 1 kg
21 juin 2004
Changement de rotation, labour
Solanacées 2005
- 4.12 Patate hâtive 2003
Seigle printemps 80 kg, vesce commune 20 kg, pois 20 kg, féverole 20 kg

Poireau, citrouille, cucurbitacées 2004
Seigle d'automne 120 kg, vesce velue 40 kg
Engrais verts 2005
- 4.11, 4.21 Carottes 2003
Seigle d'automne 150 kg
Haricots, oignons, pois 2004
Seigle d'automne 120 kg, vesce velue 40 kg
24 août
Engrais verts 2005
- 3 Jachère 2003 25 % patates
Foin 2 ans Août 2003 / 21 juin 2004
trèfle blanc 5 kg, trèfle rouge 3 kg,
brome 6,5 kg, fétuque élevée 3 kg, dactyle 1 kg
Changement de rotation labour
Maïs / patates 2005

Pour bien lire les tableaux ci-dessous, il faut comprendre que les mois placés en haut de page sont superposés aux périodes d'implantation des cultures et des engrais verts placés en dessous.

Maraîchage de formation du Cégep : 12 parcelles de 0,2 ha

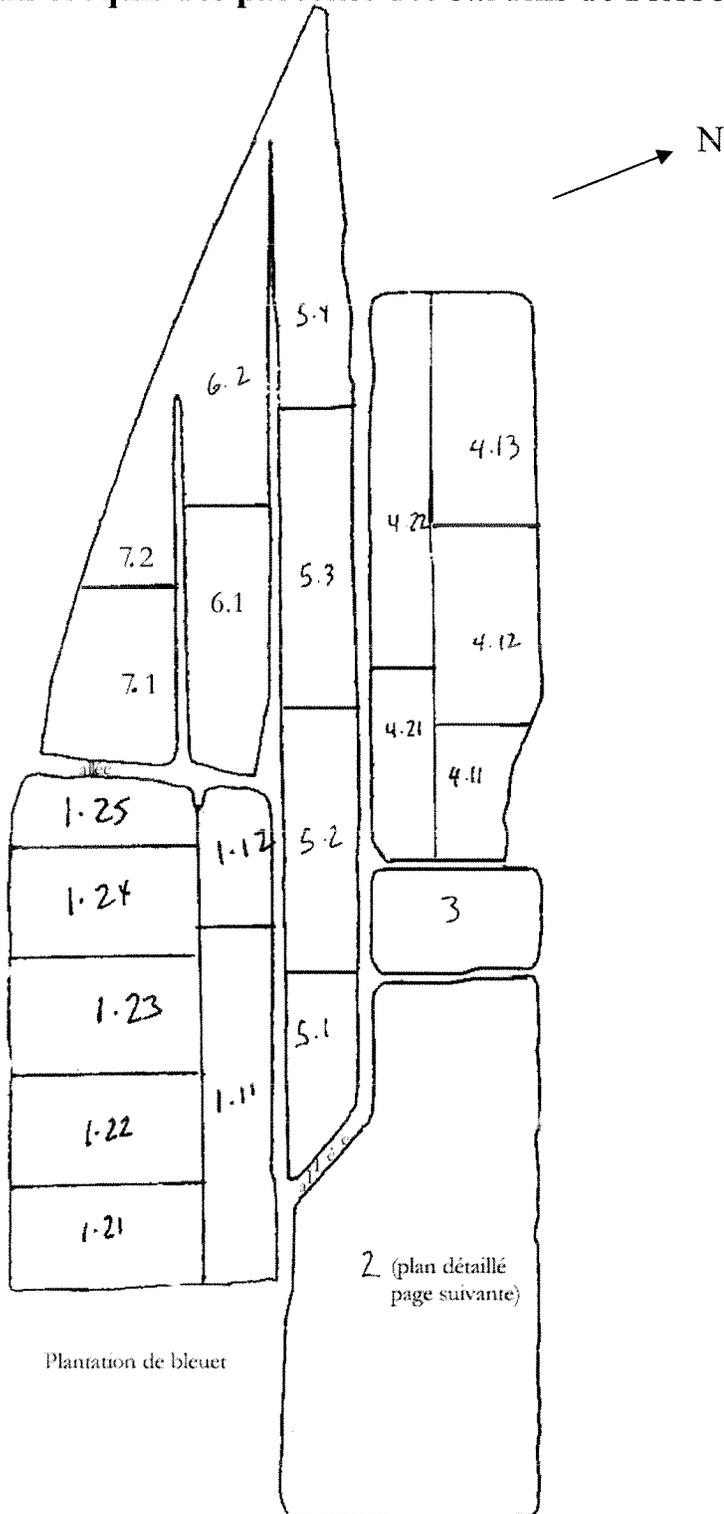
	Culture et engrais vert						
	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1			Courge d'hiver, melon,			Ail d'automne	
2		Ail, oignons et pois		Ray-grass annuel, trèfle rouge, mélilot, vesce velue (2004)			
3	Repousse EV		Crucifères d'automne				
4		EV	Légumineuses - graminées, annuelles ou vivaces en mélange				
5	Épinard et betterave de printemps, oignons verts suivis de céréale et légumineuses						
	Engrais verts vivaces			Betterave, bette à carde et céleri-rave, chicorée, fenouil			
				Épinard d'automne			
6		Laitue, Engrais verts vivaces		céréale, légumineuses-graminées selon date			
				Laitue tardive			
7		Engrais verts					
8		Crucifères hâtives			Avoine et mélange complexe de foin		
9	Année complète d'engrais vert avec broyage au champ ou récolte pour compost au besoin						

Parcelles 2.11, 2.21, 2.31

Aires de compostage

Enherbement et compostage

Voici un croquis des parcelles des Jardins de Pierrot.



Intensification des engrais verts en culture maraîchère

Projet CDAQ
Cégep de Victoriaville

Denis La France, dta, enseignant

Élise Maynard, agr, enseignante

Pierre Raymond, agriculteur,
Les Jardins de Pierrot

Marc Laverdière, agr
IRDA

Yvon Houle, dta

Marc Bouliane, dta

Victoriaville

Le 8 avril 2005

Biomasse aérienne et N,P,K fournis par les engrais verts

Sigle employé			
Avoine	Av	Raygrass annuel	Ran
Blé	Bl	Raygrass vivace	Rv
Brome des prés	Br	Sarrasin	Sar
Dactyle	Dac	Seigle d'automne	Sau
Fétuque rouge	Fét	Seigle de printemps	Spr
Fèverole	F	Trèfle blanc	Trb
Méteil	Mel	Trèfle incarnat	Tri
Moutarde blanche	Mb	Trèfle rouge	Trr
Phacélie	Ph	Triticale	Trt
Pois	P	Vesce commune	Vc
Radis fourrager	Raf	Vesce velue	Vv

Les quantités de chaque espèce sont exprimées en kg/ha

Journée de conférence

Projet : Intensification des engrais verts en culture maraîchère biologique

Cégep de Victoriaville

Date : vendredi, le 8 avril 2005

Heure : 9h30 - 16h00

Coût : gratuit – pré inscription non-requise

**Lieu : École du meuble et du bois ouvré
765, Notre-Dame est, Victoriaville
(Quelques centaines de mètres à l'est du Cégep sur Notre-Dame)**

Une journée de conférence sur les engrais verts est prévue, vendredi, le 8 avril 2005, pour conclure notre projet d'engrais verts. Des agronomes et un agriculteur ayant effectué des recherches très appliquées vont aussi vous présenter leurs résultats.

Programme

9h00 Accueil

9h30 La rotation des cultures dans la pomme de terre : de la théorie à la pratique. Comment y insérer les engrais verts.
Isabelle Breune, agr., Germain Richard, agriculteur

Des essais réalisés pendant plusieurs années sur une ferme de pomme de terre en culture conventionnelle ont permis de mettre au point des techniques de gestion des sols et des matières organiques et d'intégrer des cultures et des engrais verts en rotation avec les pommes de terre.

10h30 Pause

10h45 Seigle d'automne et autres engrais verts intercalaires en grande culture biologique.
Bernard Estevez, agr.

Des essais réalisés sur une douzaine de fermes membres du Club CDA (Centre de développement d'agrobiologie) ont permis de valider l'utilisation de seigle d'automne comme intercalaire au printemps, et diverses espèces comme intercalaires d'automne dans des cultures de maïs et de soya.

11h45 Dîner libre

13h15 Intensification des engrais verts en culture maraîchère biologique
Denis la France, dta, enseignant, Élise Maynard, agr., enseignante

14h30 Pause

14h45 Discussions et échanges d'expériences entre les participants
En table ronde, les personnes présentes partageront leurs expériences pratiques et réagiront aux présentations de la journée.

16h00 Clôture

Projet : Intensification des engrais verts en culture maraîchère biologique

Des mélanges ont été implantés, de 2002 à 2004, selon une approche innovatrice, dans le but de développer de nouvelles façons d'utiliser les engrais verts en culture maraîchère biologique. Le projet a été réalisé à la ferme Les Jardins de Pierrot et dans les parcelles louées par le cégep pour les stages de ses élèves dans deux systèmes de culture différents.

Plusieurs problématiques furent étudiées :

- Diversification des espèces afin de favoriser la biodiversité, en particulier dans l'activité biologique des sols;
- Impact de l'utilisation intensive des engrais verts sur les sols et les cultures;
- Impact des engrais verts sur la pression des mauvaises herbes;
- Comportement des mélanges de 2 à 6 espèces (compétition-complémentarité;)
- Croissance en automne des espèces en mélange : les plus résistantes au froid (légumineuses) prennent la relève de celles qui sont plus sensibles;
- Maximisation de l'utilisation des légumineuses pour réduire les besoins de compost (en lien avec les exigences du REA);
- Comportement des espèces et des mélanges selon les conditions pédologiques et climatiques.

Les espèces suivantes ont été utilisées : avoine, seigle d'automne et de printemps, blé, triticale de printemps, dactyle, fétuque élevée, brome des prés, ray-grass annuel, ray-grass vivace, trèfles rouge, blanc et incarnat, sarrasin, vesce velue, vesce commune, pois, féverole, phacélie, moutarde et radis fourrager.

Mené par Denis La France, du Cégep de Victoriaville, avec la collaboration d'Élise Maynard, de Pierre Raymond, des Jardins de Pierrot, et de Marc Laverdière de l'IRDA, le projet est financé par le CDAQ et a été appuyé par divers partenaires comme Pickseed, Semences Nicolet, Semences RDR Proulx, Alexandre Neves, Michel Berthet, Agro Centre Nicolet, le MAPAQ, la FABQ, et Equiterre.

Renseignements : Denis La France 819-758-6401 poste 2583, dlafrance@cgpvicto.qc.ca

Plan de rotation 2003

Maraîchage de formation du Cégep sur 9 parcelles de 0,2 ha chacune

Année	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
1	Ail d'automne						
2	Ail	Courge d'hiver et melon		Ray grass annuel, trèfle rouge, méloot, vesce velue			
	Oignons						
3	Seigle et vesce						
	Repousse d'engrais verts						
4	Engrais verts		Crucifères d'automne				
	Légumineuses + graminées annuelles et vivaces en mélange						
5	Épinard et betteraves		suivis d'un mélange de céréales et légumineuses				
	Betterave, bette à carde, céleri-rave, chicorée et fenouil suivi de seigle						
6	Laitue hâtive		Céréales, légumineuses et graminées vivaces				
	laitue tardive						
7	Seigle						
	Engrais vert vivaces et divers						
8	Crucifères hâtives						
	Avoine et mélange complexe de prairie						
9	Année complète d'engrais verts avec broyage au champ ou récolte pour besoin de compost						

Plan de rotation modifié Jardins de Pierrot
 Prévision 2005 18 parcelles de 0,5 ha
 sur 12 ans

Année	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
1	Maïs sucré						
2	Pomme de terre hâtive et tardive						
3	carottes et panais						
4	Céréales de printemps grainées, fauchées en engrais verts						
5	Trèfle rouge, brome, dactyle, fétuque élevée						
6	Pommes de terre et maïs sucré tardif						
7	Laitue, crucifères, betteraves et autres légumes feuilles						
8	haricot, pois, oignons						
9	Seigle d'automne et vesce velue						
10	Solanacées en plasticulture avec trèfle blanc en intercalaire						
11	Poireaux et citrouilles						
12	Engrais verts mixte						

Rotation pour fraisiers en auto-cueillette Pièce 1 sur 6 ans

Année	
1	Implantation fraisier
2	Récolte de fraises
3	Récolte de fraises suivie de jachère et avoine grainée
4	Trèfle rouge, brome, datyle, fétuque élevée
5	Trèfle rouge, brome, datyle, fétuque élevée broyés - jachère et cucifères d'automne
6	Cucurbitacées (concombres, zucchini, courges d'été et melons)

Le foin est récolté pour compostage, mulchage ou broyé sur place.

TABLEAUX DE MESURE DES MAUVAISES HERBES

Décompte des mauvaises herbes en 2003

Lecture prise le 22 juin dans la parcelle 2,23 (culture de maïs sous bâche)

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras										
Herbe à poux	4	(2-4f)	0		1	(4f)	0		1	(2f)
Amarante					1	(2f)				
Renouée liseron										
Moutarde										
Renouée persicaire					2		1			
inconnue	8	cotyle	6	cotyle	5	cotyle	2	cotyle		
trèfle					1	1f	1	1f		
graminées annuelles	8	1 f	2	1 f	3	1 f	2	1 f		
Stellaire à f graminées										
Chiendent										
Prêle										
Oseille										
Jargeau									1	

Lecture prise le 12 juin dans une culture de laitue au stade 8 feuilles

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras										
Herbe à poux	1	4f	1	4f						
Amarante										
Renouée liseron										
Moutarde										
trèfle	7	1f	3	1f	7	1f				
inconnue	6	cotyle	5	cotyle	7	cotyle	4	cotyle	1	cotyle
Renouée persicaire							1	2f		
graminées annuelles			2	1f	4	1f	1	1f		
Céraistre vulgaire			5	1f						
Stellaire à f graminées			1		6	6f				
Chiendent										
Prêle										
Oseille										
Oxalide					1	1f				

Décompte fait sur les buttes dans une culture de crucifères (parcelle 2,25)

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras							1	2f		
Herbe à poux									1	2f
Amarante										
Renouée liseron										
Moutarde										
Inconnue					1	cotyle				
graminées annuelles										
Stellaire à f graminées										
Chiendent										
Prêle										
Oseille										

Lecture le 22 juin dans une culture de pomme de terre avant le premier sarclage (parcelle 4,2)

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras							1	2f	2	2f
Herbe à poux										
Amarante			1	2f						
Renouée liseron										
Moutarde										
Trèfle	7	1f	2	1f	2	1f			8	1f
Renouée persicaire					8	2f			5	2f
Inconnue	4	cotyle	2	cotyle	12	cotyle	2	cotyle	12	cotyle
graminées annuelles	4		2		5				2	
céraistre vulgaire									1	2f
Stellaire à f graminées	4	2f								
Chiendent										
Prêle										
Oseille										
Jarreau							1			

Lecture dans une parcelle de concombres au stade 4 feuilles (parcelle 2,4,13)

Espèces	butte		centre		centre		entre		# 5	stade
	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade		
Chou gras							3	avancé		
Herbe à poux			1	2f					1	avancé
Amarante										
Renouée liseron										
Moutarde										
Inconnue			2	cotyle					6	cotyle
Trèfle blanc							1	1f		
Renouée scabre									2	5f
graminées annuelles			13	3f	6	3f			12	3f
Stellaire à f graminées										
Chiendent										
Prêle										
Oseille			2	5f	2	5f	1	1f		
Chardon	3	2f								
Oxalide							1	2f		

Lecture dans une parcelle de carotte (parcelle 4,21)

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
		avancé								
Chou gras	6	é	1	é	4	é	1	é	3	é
Herbe à poux							1	7f		
Amarante										
Renouée liseron										
Moutarde										
Inconnue			1							
graminées annuelles										
Stellaire à f graminées										
Chiendent										
Prêle										
Oseille										
Chardon							3			

Lecture le 22 juin dans une culture de haricots au stade 2 feuilles et avant le premier sarclage (parcelle 4,22)

Espèces	sur rang		entre rg		entre rg		sur rg			
	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras										
Herbe à poux	12	cotyle	13	cotyle			18	cotyle	4	1f
Amarante										
Renouée liseron										
Moutarde										
Renouée persicaire					1	4f				
Inconnue			3	cotyle	1	cotyle	4	cotyle		
Trèfle					1	1f			5	1f
graminées annuelles	1								1	
Stellaire à f graminées										
Chiendent										
Prêle										
Oseille										

Décompte des mauvaises herbes en 2004

Lecture le 2 août dans une culture de crucifères (parcelle 2,14)

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras					1	3f				
Herbe à poux										
Amarante										
Renouée liseron										
Moutarde										
Reouée persicaire										
Inconnue			1							
Trèfle										
graminées annuelles			10	2 à 3 f			14	2 à 3 f		
Stellaire à f graminées	3									
Chiendent									3	2f
Prêle										
Oseille										
Érable à giguère	2	1f	1	3f			1	2f		
Oxalide					2	3f	1	2f		

Lecture dans une culture de carottes

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras	1	avancé								
Herbe à poux										
Amarante										
Renouée liseron										
Moutarde										
Reouée persicaire							3	3f		
Inconnue										
Trèfle										
Rorippe			1	avancé						
graminées annuelles					10	3f			11	3f
Stellaire à f graminées										
Chiendent										
Prêle										
Oseille										

Lecture dans une parcelle d'oignons

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras	3	2f	5	4f			1			
Herbe à poux			1	avancé	1				1	avancé
Amarante					2		2			
Renouée liseron										
Moutarde										
Reouée persicaire										
Inconnue										
Trèfle										
graminées annuelles										
Stellaire à f graminées										
Chiendent										
Prêle										
Oseille										
Vesce jargeau	1									
Chardon			7	cotyle						

Lecture dans une culture de concombre semé sur butte (parcelle 4,12)

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras							1	avancé		
Herbe à poux										
Amarante										
Renouée liseron										
Moutarde										
Reouée persicaire										
Inconnue										
Trèfle										
graminées annuelles			1	épié						
Stellaire à f graminées										
Chiendent										
Prêle										
Oseille										

Lecture dans une culture de courge semée dans la parcelle 4,12

Espèces	# 1	stade	# 2	stade	# 3	stade	# 4	stade	# 5	stade
Chou gras									1	avancé
Herbe à poux										
Amarante										
Renouée liseron										
Moutarde										
Reouée persicaire					1	3f				
Inconnue										
Trèfle			1	avancé						
graminées annuelles									1	avancé
Stellaire à f graminées										
Chiendent										
Prêle										
Oseille										
Érable à giguère			1	3f	3	3f			1	3f

