



CETAB+

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

Mise au point et validation d'un système de travail minimum du sol avec planches permanentes en culture maraîchère biologique projet

Projet 08-BIO-41

Denis La France¹, Maryse Leblanc², Pierre-Antoine Gilbert¹, Germain Moreau²,
Maxime Lefebvre², Anne Weill¹, Jacques Painchaud³, Yvon Houle⁴

Fin du projet : 15 mars 2012

- 1 Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (CETAB+)
- 2 Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA)
- 3 Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- 4 Cégep de Victoriaville



Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation

Québec 



Cégep
de Victoriaville

475, rue Notre-Dame Est, Victoriaville (Québec) G6P 4B3

TABLE DES MATIÈRES

Description du projet	1
Introduction	1
Objectif du projet	2
Déroulement des travaux.....	2
Travaux à la ferme-école du cégep de Victoriaville (2009-2010)	2
Travaux à la plateforme d'innovation en agriculture biologique de l'IRDA à St-Bruno	4
Dispositif expérimental	7
Collecte des données	7
Analyses statistiques	7
Résultats obtenus	9
Résultats des essais à la ferme-école du cégep de Victoriaville (2009-2010).....	9
Observations sur les récoltes et les sols en 2009	9
Comportement des mauvaises herbes en 2009	10
Essais 2010	11
Résultats des essais à la plateforme d'innovation en agriculture biologique de l'IRDA à St-Bruno ...	11
Essais 2010	11
Essais 2011	13
Conclusion.....	15
Biens livrés	15
Difficultés rencontrées	16
Partenaires du projet.....	16
Bibliographie	17

LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Comparaison des structures de sol de surface entre les deux traitements à la ferme-école de Victoriaville sur un sol de la série St-Samuel en culture de haricots en 2010 (travail conventionnel à gauche; planches permanentes à droite).....	11
---	----

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Opérations culturales à la plate forme d’innovation en agriculture biologique de l’IRDA à St-Bruno en 2010 (culture de haricot vert)	5
Tableau 2. Opérations culturales à la plateforme d’innovation en agriculture biologique de l’IRDA à St-Bruno en 2011 (culture de brocoli).....	6
Tableau 3. Description des travaux de sol qui ont été effectués au cours de l’automne 2010 et de la saison 2011 dans le système de planches permanentes, comparés aux travaux conventionnels.....	8
Tableau 4. Comparaison des structures de sol de surface entre les deux traitements à la ferme-école de Victoriaville sur un sol de la série St-Samuel en culture de brocoli en 2009.....	10
Tableau 5. Rendements de haricots selon les traitements dans les parcelles d’essais de la plateforme d’innovation en agriculture biologique de l’IRDA à St-Bruno dans deux séries de sols en 2010	12
Tableau 6. Comparaison des structures de sol de surface entre les deux traitements au site de St-Bruno sur un sol de la série St-Urbain et un sol de la série Du Jour en culture de haricots en 2010 – la surface est à droite dans les photos des pelletées de terre	12
Tableau 7. Caractéristiques des récoltes de brocolis selon les traitements à la plateforme d’innovation en agriculture biologique de St-Bruno dans deux séries de sols en 2011 (PP = planches permanentes; T = témoin conventionnel)	13
Tableau 8. Comparaison des structures de sol travaillé (en surface) et non-travaillé (sous-jacente) entre les deux traitements sur un sol de la série Du Jour et un sol de la série St-Urbain en culture de brocolis à la plateforme d’innovation en agriculture biologique de l’IRDA à St-Bruno en 2011	14

DESCRIPTION DU PROJET

INTRODUCTION

Les systèmes de culture utilisés en culture maraîchère biologique causent de la compaction, même lorsque de petits tracteurs sont utilisés. Il y a en effet de nombreux passages de machinerie, souvent réalisés en sol humide et en utilisant des techniques de préparation des sols classiques de labour et de rotocultage. Or, la compaction nuit aux rendements et à la qualité des cultures. Un sol compact produit du N₂O et des gaz à effet de serre. Il est aussi sensible à l'érosion et demande davantage de carburant pour sa préparation qu'un sol en bon état. Le sous-solage prescrit pour défaire cette compaction nécessite un tracteur puissant, rarement disponible sur les petites fermes. Une méthode développée en Europe pour limiter la compaction est bénéfique pour les sols, les cultures et la gestion des mauvaises herbes. Elle consiste à localiser les passages de roues toujours aux mêmes endroits, à éviter le labour et à utiliser surtout des appareils à dents et rarement des appareils rotatifs.

Les systèmes de culture avec passage localisé des pneus dits *Controlled Traffic Farming* (CTF) offrent plusieurs avantages. Puisque la portance des allées est améliorée, le nombre de jours permettant le passage au champ au printemps peut tripler, facilitant ainsi l'implantation des cultures, les sarclages et les autres opérations. Dans les planches sans passage de pneus, il y a 40 % plus d'air dans les sols à la capacité au champ, les légumes racines donnent de meilleurs rendements et 15 à 50 % moins d'énergie est utilisée pour la préparation des sols en comparaison à un itinéraire classique de préparation du sol (Chamen et coll., 1992). Surtout employé en grande culture, intégrant des systèmes GPS à haute précision, le CTF est maintenant appliqué de façon saisonnière (STCF) avec préparation des sols classique et utilisation de GPS sur plusieurs fermes maraîchères biologiques ou biodynamiques au Danemark et en Hollande. Quatre ans de recherche comparative à la ferme Bio Trio a démontré que les sols sont plus meubles, que les rendements sont parfois supérieurs, qu'il y a plus de jours d'accès au champ, de meilleures conditions de sarclage mécanique et une baisse significative du dégagement de N₂O (Vermeulen et Mosquera, 2009). Au Québec, de grandes entreprises conventionnelles ont adopté le SCTF, avec GPS; la préparation de sols se fait de façon conventionnelle à l'aide d'appareils rotatifs et nécessite des investissements coûteux (Giguère, 2008).

En Allemagne, suite aux travaux innovateurs de Kemmink, puis de Mussler en collaboration avec Manfred Wenz, un système simple de travail localisé et de planches permanentes a été développé. Ne nécessitant ni GPS ni équipement sophistiqué, ces techniques sont accessibles aux petits maraîchers en permettant l'atteinte d'excellents résultats (Deveyer et coll., 2001; Wenz, 2006). Ces techniques permettent aussi d'obtenir des rendements équivalents ou supérieurs en comparaison à une préparation de sol conventionnelle (Berry et Demeusy, 2006). L'emploi de planches permanentes et d'appareils adaptés à un tel système, mis au point en France par Joseph Templier, ont permis une réduction de 30 % du temps de travail du sol, une

amélioration des propriétés physiques et biologiques du sol, une meilleure gestion des rotations de cultures et un accès amélioré en périodes pluvieuses à cause de la portance des allées. Templier applique ces méthodes à toute sa ferme avec des résultats exceptionnels (ex. un pourcentage élevé de légumes classés no 1) et les juges adaptables aux petites et moyennes fermes maraîchères biologiques (Templier, 2008; comm. pers.). Deux visites sur place, en 2002 et 2008, ont permis au chargé de projet d'observer l'évolution de la méthode et de confirmer la réussite exceptionnelle des cultures sur cette ferme. Des maraîchers québécois se sont montrés intéressés à développer de telles méthodes de travail de sol.

OBJECTIF DU PROJET

L'objectif poursuivi dans ce projet était de mettre au point et d'implanter des pratiques culturales moins énergivores tout en réduisant les impacts négatifs sur les sols et en permettant d'améliorer les résultats des fermes maraîchères biologiques. Pour ce faire, un système de culture maraîchère basé sur un principe de planches permanentes a été à l'étude de 2009 à 2011. Dans ce système, les appareils rotatifs ne sont utilisés que rarement et superficiellement, à haute vitesse d'avancement et seulement lorsque le couvert végétal est trop abondant. Le travail du sol s'est fait plutôt avec des dents du système Wenz-Eco Dyn et d'autres appareils inspirés des équipements mis au point par Joseph Templier. En validant et adaptant ce système, nous voulions le rendre accessible aux petits et aux grands producteurs maraîchers.

Le projet a été conçu pour se faire en deux étapes. Dans le cadre de la Plateforme d'agriculture biologique, le Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique (CETAB+) du cégep de Victoriaville, en collaboration avec l'IRDA, a réalisé la construction et la mise au point technique du système de 2009 au printemps 2010, afin de s'assurer de son bon fonctionnement. De juin 2010 à l'automne 2011, l'IRDA a procédé à une validation scientifique du système à sa plateforme d'innovation en agriculture biologique de St-Bruno-de-Montarville.

DÉROULEMENT DES TRAVAUX

TRAVAUX À LA FERME-ÉCOLE DU CÉGEP DE VICTORIANVILLE (2009-2010)

Au printemps 2009, nous avons fabriqué des équipements conçus pour être utilisés avec un système de planches permanentes de 1,2 m et des allées de 30 cm pour le passage des pneus et du personnel; ce sont des espacements communs au Québec. Ces équipements sont :

- une butteuse-disques offset pour déchaumer, enfouir les engrais verts et les résidus de culture et former une butte haute;
- un cultibutte Wenz-Eco Dyn à profondeur ajustable pour effectuer le travail primaire du sol, détruire le chiendent au besoin et entretenir la butte; elle est équipée de 3 types de pointes, utilisables à différentes profondeurs, dans divers sols et dans diverses conditions;

- une vibro-plancheuse qui sert à faire des faux semis, à former la planche et à finaliser le lit de semence.

Une billonneuse utilisée par Joseph Templier n'a pas été fabriquée. Les équipements furent conçus et adaptés aux conditions et aux cultures québécoises pour permettre un transfert facile aux producteurs québécois; ils ont aussi été fabriqués de façon à être facilement adaptables et modifiables. Ces équipements, mis au point en France par Joseph Templier, ne sont pas commercialisés. Une voiture de récolte et un épandeur à compost ont été modifiés pour localiser les pneus dans les allées à 1,5 m. Un semoir à céréales a été acheté, coupé à 1,5 m et adapté pour semer des engrais verts. Sur recommandation de Joseph Templier, un rotoculteur de 1,5 m de largeur devait être acquis pour les situations de biomasse trop abondante. Cependant le projet a été réalisé sans utiliser de rotoculteur.

Une fois les équipements fabriqués, leur mise au point a été effectuée de juin à octobre 2009, puis en mai 2010, dans les Jardins bio du Cégep et la ferme-école en cultures maraîchères de champ située à la Ferme Tourmaline. Plusieurs modifications ont été faites aux machineries après essais en situation réelle. Dans des sols sableux fins St-Samuel, une quinzaine de planches de 50 m de longueur, réparties sur deux parcelles de 2 000 m² de la ferme-école, ont servi à mettre au point le nouveau système. Au début, les appareils ont été montés sur un tracteur International B 414. Comme l'attelage trois-points de ce tracteur n'était pas suffisamment rigide, un essai a été fait avec un tracteur Universel 530. Ce dernier n'était toutefois pas suffisamment stable en raison de sa faible masse de 1 800 kg. Nous avons muni un tracteur International 84 hydrostatique pesant 2 700 kg de pneus de maraîchage, ce qui s'est avéré beaucoup plus stable.

Le système avec planches permanentes a été comparé aux pratiques culturales déjà utilisées à la ferme-école du cégep à Victoriaville : après les récoltes, un déchaumage à la herse à disques est suivi d'un passage en profondeur d'un chisel à pattes d'oies, lui-même suivi d'un passage de vibroculteur. Lorsque des cultures se suivent sur deux ans, un engrais vert en dérobée est implanté jusqu'à la fin de septembre. Cet engrais vert est soit un mélange de céréales de printemps et de légumineuses avant septembre, soit une céréale seule à partir de septembre. Trois ans sur huit dans la rotation, du foin de raygrass vivace ou de dactyle, de trèfle rouge et de trèfle Alsike est semé soit en fin d'été après une récolte hâtive, soit le printemps suivant dans le cas des récoltes tardives. Ce foin est fauché en engrais vert pour améliorer le sol et baisser la pression de mauvaises herbes.

En 2009, les cultures étaient, sur la pièce 2.23, des laitues sur retour de bête à carde suivies d'un engrais vert d'avoine implanté en septembre 2008, et sur la pièce 2.14, des brocolis sur retour d'engrais vert de foin de dactyle, de trèfle rouge et de trèfle Alsike implanté en août 2007 après une récolte de laitue. Une dose de 25 t/ha de fumier de bovins composté avait été épandue en septembre avant le semis de l'engrais vert précédant les laitues. Une dose de 50 t/ha avait été appliquée sur l'engrais vert de foin avant le brocoli.

Deux cultures de laitues ont été implantées en juin dans des parcelles groupées, le système conventionnel utilisant des appareils de 3 m de large pour la préparation des sols. De 5 à 8 planches de 50 m par parcelle ont été implantées dans chacun des deux systèmes de culture.

Les essais ont permis d'examiner l'implantation des cultures et leur comportement en cours de croissance mais aussi les conditions de déchaumage et la réussite des engrais verts qui leur succèdent dans la rotation. Des mesures de rendement n'ont pas été effectuées dans les laitues et les brocolis. Des observations visuelles ont été réalisées et des études de profils de sol menées par Anne Weill ont eu lieu.

En 2010, une dernière séquence de travail et d'ajustement des équipements a eu lieu à Victoriaville en début de printemps sur le retour de laitues, avant de transférer les équipements à la plateforme d'innovation en agriculture biologique de l'IRDA à St-Bruno. Des pois et des haricots ont été implantés. Diverses modifications ont été faites sur le matériel, notamment la construction d'un nouveau rouleau sur la vibroplancheuse.

TRAVAUX À LA PLATEFORME D'INNOVATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE L'IRDA À ST-BRUNO (2010-2011)

Au début de juin 2010 a débuté une seconde phase du projet ayant comme objectif une validation scientifique, sur 2 ans, par l'IRDA, du nouveau système de culture, après les derniers ajustements techniques. Rendement, qualité, comportement des mauvaises herbes, état sanitaire des cultures, ainsi qu'une analyse des temps de travail ont été évalués à cette étape scientifique du projet.

Le protocole expérimental a été réalisé sur deux sols lourds de la plateforme d'innovation en agriculture biologique de l'IRDA à Saint-Bruno-de-Montarville. Le premier champ, un loam argileux de la série Du Jour (champ B-700), avait un pH de 5,9, 37,8 kg/ha de phosphore, 110 kg/ha de potassium et une teneur de 2,23 % en matière organique. Le deuxième champ, une argile de la Série St-Urbain (champ A-810), avait un pH de 7,5, 55,5 kg/ha de phosphore et 285 kg/ha de potassium et une teneur de 3,4 % en matière organique. Les tableaux suivants présentent les opérations autres que les travaux de sol particuliers aux traitements qui ont été réalisées dans les champs expérimentaux en 2010 et 2011.

TABLEAU 1. OPÉRATIONS CULTURALES À LA PLATE FORME D'INNOVATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE L'IRDA À ST-BRUNO EN 2010 (CULTURE DE HARICOT VERT)

Type de travaux	Champ B-700 Série Du Jour	Champ A8 Série St-Urbain
Travaux préliminaires	Sol nouvellement drainé et ensemencé en avoine durant l'été 2009; le 6 nov. 2009, épandage de 20 t/ha de fumier de bovins et labour.	Champ en culture de soya en 2009, sol labouré en novembre 2009; aucun fertilisant appliqué.
Travaux de printemps, avant le début de la mise en place du protocole, sur l'ensemble des champs	Le 26 avril 2010, 2 passages de déchaumeur (offset) Grégoire Besson, à disques lourds en V class VFF300 avec disques à fléaux, pour désherber et aplanir.	Le 19 mai 2010, deux passages de herse à disques pour désherber.
Mise en place du protocole	Le 16 juin 2010, passage des différentes machineries selon les traitements, soit P : butteuse à disques, cultibutte et vibroplancheuse. Traitement conventionnel à la rotobutteuse.	
Semis des haricots	Semis le 18 juin du cv. Strike non traité au taux de 355 263 semences/ha (27 semences/m), avec des rangs espacés de 76 cm, à une profondeur de 3 cm. Le semis a été réalisé avec le semoir à maïs 4 rangs John Deere MaxEmerg 27200. Les unités de chaque côté avaient été maintenues soulevées.	
Sarclage	Passage de la herse étrille Hatzenbichler le 3 juillet 2010. Passage d'un sarcler avec une unité Kongskilde le 8 juillet 2010.	
Semis d'engrais vert dans les allées	Semis d'un mélange d'avoine et de pois avec des unités Gandy dans l'espace entre les parcelles le 8 juillet 2010.	
Récolte	Récolte des haricots les 6, 9 et 12 août 2010.	
Fertilisation postrécolte	Épandage de 20 t/ha de fumier de bovins (matière organique 84,6 %, 5860 mg/kg d'azote, 1135 mg/kg de phosphore et 4406 mg/kg de potassium) sur l'ensemble du protocole des deux champs le 25 août 2010.	
Semis d'engrais vert dans les parcelles	Semis d'engrais vert (60 kg/ha d'avoine + 80 kg/ha de pois) le 31 août, avec le semoir modifié à cet effet. Parcelles PP laissées avec la couverture d'engrais verts jusqu'au printemps 2011.	

TABLEAU 2. OPÉRATIONS CULTURALES À LA PLATEFORME D'INNOVATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE L'IRDA À ST-BRUNO EN 2011 (CULTURE DE BROCOLI)

Type de travaux	Champ B-700 et Champ A8
Transplantation des brocolis	Les brocolis v. Diplomat ont été transplantés manuellement le 10 juin 2011. L'espacement entre les rangs était de 76 cm et de 30 cm entre les plants sur le rang.
Fertilisation	La culture a été fertilisée manuellement en bande au cours de la saison avec des granules de fumier de poulet séché (Actisol 4-4-2). Le 14 juin 2011, 2500 kg/ha ont été apportés, puis 735 kg/ha le 4 juillet et le 19 juillet 2011 ont été rajoutés.
Semis d'engrais dans les allées	Un semis d'avoine a été effectué le 30 juin 2011 à un taux de 160 kg/ha entre les parcelles.
Irrigation	Le 28 et 29 juillet 2011, des irrigations ont été requises pour pallier au temps chaud et sec (8 mm d'eau par heure pour un total de 2 heures 15 minutes d'irrigation).
Sarclage	Le désherbage mécanique des parcelles a eu lieu le 30 juin et le 11 juillet à l'aide d'un sarcler modifié à dents en S terminées par une patte d'oie (Kongskilde). De plus, un désherbage manuel a été effectué dans toutes les parcelles le 26 juillet 2011.
Traitements de phytoprotection	5 traitements phytosanitaires ont été effectués pour réprimer les insectes nuisibles qui étaient très abondants. Du BTK Safer's (<i>Bacillus thuringiensis</i>) a été appliqué manuellement les 22, 27 juin et 15 juillet 2011, à raison de 30 ml par 10 litres d'eau sur une surface de 100 mètres carrés. Par la suite, 2 applications de Trounce, insecticide à base de pyrèthrine, ont été réalisées à l'aide d'un pulvérisateur tiré par un tracteur les 9 et 16 août 2011, à raison de 413 L/ha.
Récolte des brocolis	Au total, 7 récoltes de brocolis ont été effectuées. Les zones de récoltes ont été délimitées sur 9 mètres de rang par parcelles, soit 2 zones de 4,5 m de longueur prises sur les rangs centraux soit le 2 ^e rang de la 1 ^{ère} planche et le 1 ^{er} rang de la deuxième planche. Les brocolis qui avaient une tête d'au moins 10 cm de diamètre étaient coupés à 20 cm du bout de la tête. Si les bourgeons commençaient à se desserrer, ils étaient récoltés plus petit. Les récoltes ont eu lieu les 22, 24, 26, 29, 31 août, le 2 et le 9 septembre.
Fertilisation postrécolte	Le 26 septembre 2011, 20 tonnes à l'hectare de fumier de bovin (matière organique 84,4 %, 5164 mg/kg d'azote, 973 mg/kg de phosphore et 3589 mg/kg de potassium) ont été appliquées dans chacune des parcelles, de la même manière qu'en 2010.
Semis d'engrais vert dans les parcelles	Le 27 septembre, un engrais vert d'avoine a été semé à un taux de 160 kg/ha.

L'ensemble des travaux de sol particuliers aux traitements effectués depuis l'automne 2010 est présenté dans le tableau 3. Les travaux ont été effectués de la même façon dans les champs B-700 et A-810.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Chaque parcelle était constituée de deux planches de 1,2 mètre de large, ayant chacune 2 rangs de 10 mètres de long. Le dispositif expérimental était en blocs aléatoires complets, comprenant 2 traitements répétés 4 fois dans chaque champ. Les deux traitements étaient :

- 1) un effet cumulatif de la technique de planches permanentes;
- 2) un témoin utilisant une préparation conventionnelle de sols avec labour et rotobutteuse.

COLLECTE DES DONNÉES

Des profils de sol ont été effectués par Anne Weill pour tenter de mesurer l'impact des deux systèmes culturaux sur la structure et la santé du sol, en particulier des systèmes racinaires, dans les parcelles situées sur les deux séries de sol.

La récolte a été évaluée. Les variables compilées sont le rendement vendable et non vendable, le diamètre moyen de la tête, le pourcentage de tige creuse, le nombre de jours entre la transplantation et la récolte et le nombre de brocolis vendables par mètre de récolte.

ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses de la variance (ANOVA) à un critère ont été effectuées sur les données non transformées. Les modèles générés incluent également les effets aléatoires des répétitions (blocs) et des parcelles. On suppose que ces effets aléatoires sont mutuellement indépendants et proviennent chacun d'une distribution normale de moyenne nulle. Une analyse des résidus du modèle a été faite pour chaque paramètre afin de s'assurer du respect des postulats des modèles.

TABLEAU 3. DESCRIPTION DES TRAVAUX DE SOL QUI ONT ÉTÉ EFFECTUÉS AU COURS DE L'AUTOMNE 2010 ET DE LA SAISON 2011 DANS LE SYSTÈME DE PLANCHES PERMANENTES, COMPARÉS AUX TRAVAUX CONVENTIONNELS

Parcelles planches permanentes (PP)		Parcelles témoin avec travail conventionnel (T)	
Date	Travaux:	Date	Travaux:
25-août-10	Un passage de butteuse à disques offset	25-août-10	Un passage de herse à disques de 4 m de largeur.
25-août-10	Un passage de cultibutte.	25-août-10	Un passage de vibroculteur
25-août-10	Un passage de vibroplancheuse.		
----	Aucun travail de sol à l'automne après le semis d'avoine et de pois.	03-nov-10	Labour du sol avec charrue 3 raies de 40 cm de largeur et de 20 cm de profondeur.
03-juin-11	Un passage de butteuse à disques offset. L'état d'assèchement du sol n'a pas permis de poursuivre avec les autres machineries.		
06-juin-11	Un passage de cultibutte.		
06-juin-11	Deux passages de vibroplancheuse pour défaire les agrégats laissés par le passage du cultibutte dans le A-810.		
09-juin-11	Un passage de vibroplancheuse dans le B700.	09-juin-11	Un passage de rotobutteuse Comeb IS 155.
30-juin-11	Désherbage des parcelles avec un passage de sarcleur Kongskilde entre les rangs. L'appareil est muni d'un disque de chaque côté pour maintenir la forme de la butte.	30-juin-11	Désherbage des parcelles avec un passage de sarcleur Kongskilde entre les rangs. L'appareil est muni d'un disque de chaque côté pour maintenir la forme de la butte.
11-juil-11	Désherbage des parcelles avec un passage de sarcleur Kongskilde entre les rangs. L'appareil est muni d'un disque de chaque côté pour maintenir la forme de la butte.	11-juil-11	Désherbage des parcelles avec un passage de sarcleur Kongskilde entre les rangs. L'appareil est muni d'un disque de chaque côté pour maintenir la forme de la butte.
26-sept-11	Le passage de la butteuse à disques a été simulé par un passage de herse à disques (16 disques) de 1,6 mètre de largeur, munie à l'arrière d'une structure pour tenir 2 disques de chaque côté afin de définir la forme de la butte et la zone de passage.	26-sept-11	Un passage de herse à disques de 4 m de largeur.
26-sept-11	Le passage du cultibutte a été simulé par un passage de chisel Massey Ferguson, muni de dents rigides avec ressorts. L'appareil à une largeur de travail de 1,2 mètre, les dents ont un espacement de 18 cm et un dégagement de 40 cm. Le travail du sol a été réalisé sur une profondeur de 20 cm.	26-sept-11	Un passage de vibroculteur.

Parcelles planches permanentes (PP)		Parcelles témoin avec travail conventionnel (T)	
Date	Travaux:	Date	Travaux:
26-sept-11	Le passage de la vibroplancheuse a été simulé par 2 passages d'une unité de sarcléur Kongskilde, munie à l'arrière d'une structure pour tenir 2 disques de chaque côté, afin de définir la forme de la butte et la zone de passage. Nous avons pris la structure utilisée précédemment sur la herse à disques.		
-----	Aucun travail de sol à l'automne après le semis d'avoine.	28-oct-11	Labour du sol avec charrue 3 raies de 40 cm de largeur et de 20 cm de profondeur.

RÉSULTATS OBTENUS

RÉSULTATS DES ESSAIS À LA FERME-ÉCOLE DU CÉGEP DE VICTORIAVILLE (2009-2010)

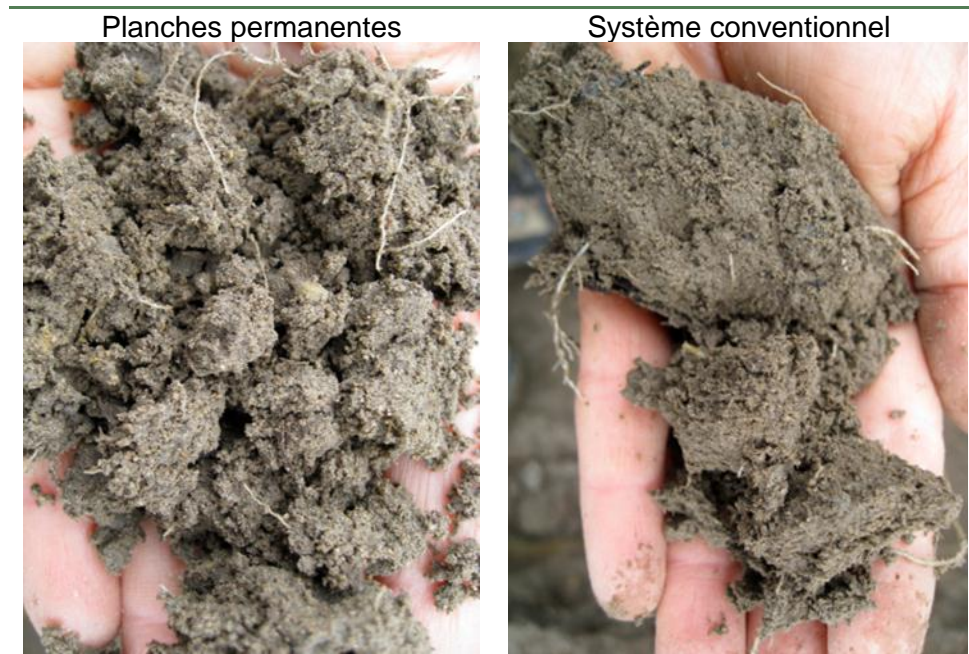
L'été 2009 a été excessivement pluvieux. Seuls des binages et des sarclages manuels ont pu être effectués. Une troisième culture de laitue n'a pas pu être implantée. Dans certaines sections, l'abondance de pluie a complètement bloqué la croissance des cultures.

OBSERVATIONS SUR LES RÉCOLTES ET LES SOLS EN 2009

Seules des observations qualitatives ont été faites sur les récoltes. Les laitues, plantées le 9 juin, étaient très variables en calibre et en qualité et aucune tendance dominante n'est ressortie dans la comparaison des deux systèmes. Les laitues frisées rouges, de cultivar « Marimba », étaient relativement uniformes d'un système à l'autre. Les frisées vertes « Green Star » ainsi que les batavias rouges « Magenta » étaient assez semblables, bien que par endroits les batavias étaient plus belles avec le traitement conventionnel. Dans le brocoli planté le 18 juin, les plants des parcelles en planches permanentes ont démarré plus rapidement après la transplantation que celles en travail conventionnel, la couleur était plus foncée, les plants plus fournis et le calibre supérieur à la récolte.

Dans le brocoli, les études de profils ont révélé des différences remarquables entre les deux traitements. Nous avons observé un horizon A plus épais, des systèmes racinaires mieux développés, une structure grumeleuse meuble, une macroporosité et des vers de terre plus abondants dans le traitement planches permanentes que dans le traitement conventionnel. Il est à noter que le sol de la série St-Samuel est difficile à structurer. Il est à noter aussi qu'il n'y avait pas eu de labour avant le passage de la rotobutteuse, ce qui peut expliquer l'enracinement moins profond dans le traitement conventionnel. Cependant, le sol n'était pas aussi bien structuré en surface dans ce traitement.

TABLEAU 4. COMPARAISON DES STRUCTURES DE SOL DE SURFACE ENTRE LES DEUX TRAITEMENTS À LA FERME-ÉCOLE DE VICTORIAVILLE SUR UN SOL DE LA SÉRIE ST-SAMUEL EN CULTURE DE BROCOLI EN 2009



Dans les laitues, comme la profondeur de travail du traitement planches permanentes était moindre, la pénétration des racines a été limitée en profondeur. La couche travaillée y était mieux structurée et l'activité biologique supérieure.

Le 17 août, les sols ont été préparés pour semer l'engrais vert. Lors du semis sur les planches permanentes le semoir a brisé et, à cause des pluies abondantes, l'implantation n'a pu être réalisée que le 8 septembre, ce qui a faussé la comparaison. L'engrais vert contenait un mélange d'avoine (60 kg/ha), de vesce commune (30 kg), de vesce velue (20 kg) et de tournesol (5 kg). Du seigle d'automne a été ajouté par erreur à ce semis et a repoussé le printemps suivant. Les allées ont été creusées dans le système conventionnel à la mi-octobre.

COMPORTEMENT DES MAUVAISES HERBES EN 2009

Nous pouvons généraliser en disant que la survie des mauvaises herbes a été supérieure lors de la préparation des sols en planches permanentes comparée à la rotobutteuse, cette dernière enfouissant agressivement toutes les mauvaises herbes. Avec le système de planches permanentes, il y avait reprise de *Poa annua*, de *Cerastium vulgatum* et de *Stellaria graminea*. Les trèfles détruits lors de l'implantation des brocolis ont aussi partiellement repris et ont dû être sarclés. Parmi les annuelles, *Digitaria sanguinalis* et *Galinsoga quadriradiata* commençaient à prendre de la place dans le système de culture et ont aussi dû être sarclées manuellement. L'impossibilité, à cause des précipitations élevées, de faire le sarclage prévu au moyen du

sarcoïre Reigi a exacerbé le problème. La recommandation de Tempier d'utiliser un rotoculteur au besoin pour détruire les engrais verts et les mauvaises herbes s'est avérée juste.

ESSAIS 2010

En 2010 des pois et des haricots de primeurs ont été semés sur retour de laitues dans les deux systèmes. Les pois ont été ravagés par des vers gris et des chevreuils. Les observations n'ont eu lieu que sur les haricots. Structure, macroporosité et développement des racines étaient meilleurs dans le système de planches permanentes que dans le système conventionnel comme en témoigne la photo suivante.



FIGURE 1 – COMPARAISON DES STRUCTURES DE SOL DE SURFACE ENTRE LES DEUX TRAITEMENTS À LA FERME-ÉCOLE DE VICTORIAVILLE SUR UN SOL DE LA SÉRIE ST-SAMUEL EN CULTURE DE HARICOTS EN 2010 (TRAVAIL CONVENTIONNEL À GAUCHE; PLANCHES PERMANENTES À DROITE)

RÉSULTATS DES ESSAIS À LA PLATEFORME D'INNOVATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE L'IRDA À ST-BRUNO

ESSAIS 2010

ÉVALUATION DE LA RÉCOLTE

Autant dans les essais réalisés sur la série de sol St-Urbain que dans ceux réalisés sur la série de sol Du Jour, il n'y a pas eu de différences significatives dans les rendements de haricots entre les traitements de planches permanentes et de travail conventionnel à la rotobutteuse. On observe toutefois une tendance à de meilleurs rendements avec les planches permanentes.





TABLEAU 5. RENDEMENTS DE HARICOTS SELON LES TRAITEMENTS DANS LES PARCELLES D'ESSAIS DE LA PLATEFORME D'INNOVATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE L'IRDA À ST-BRUNO DANS DEUX SÉRIES DE SOLS EN 2010

Traitement	Rendements moyens (t/ha)	
	Série St-Urbain	Série Du Jour
Planches permanentes	3,22	3,90
Système conventionnel	2,98	3,52

ÉTUDES DE PROFILS

Les pratiques culturales utilisées pendant plusieurs années à St-Bruno dans le passé ont laissé des sols en mauvais état. Ceux-ci semblent toutefois bien réagir aux pratiques culturales du système de planches permanentes. Dans la série de sol Du Jour où le travail de sol a été peu profond avec la rotobutteuse, les racines se sont moins développées et ont été bloquées par la semelle créée. La structure et la macroporosité étaient cependant correctes dans les zones travaillées pour les deux traitements. Un passage de sous-soleuse dans la planche conventionnelle a permis une pénétration localisée des racines en profondeur. Dans la série St-Urbain, le sol travaillé était bien structuré. Le sol travaillé plus profondément dans le système de planches permanentes a donné un enracinement plus profond. Nous avons observé un blocage partiel des racines en raison de la semelle causée par la rotobutteuse.

TABLEAU 6. COMPARAISON DES STRUCTURES DE SOL DE SURFACE ENTRE LES DEUX TRAITEMENTS AU SITE DE ST-BRUNO SUR UN SOL DE LA SÉRIE ST-URBAIN ET UN SOL DE LA SÉRIE DU JOUR EN CULTURE DE HARICOTS EN 2010 - LA SURFACE EST À DROITE DANS LES PHOTOS DES PELLETÉES DE TERRE

Série de sol	Planches permanentes	Conventionnel
Du Jour		
St-Urbain		

ESSAIS 2011

ÉVALUATION DE LA RÉCOLTE

Il n'y avait aucune différence significative entre les traitements pour tous les paramètres de récolte évalués sur chacune des séries de sols. Par contre, les rendements obtenus dans la série Du Jour étaient plus élevés que ceux obtenus dans le champ sur série St-Urbain. Les brocolis transplantés dans cette argile très lourde ont souffert durant les premiers jours. Tous les paramètres mesurés semblent être quelque peu inférieurs dans ce champ (Tableau 7).

L'an 2011 semble avoir été propice pour les ravageurs du brocoli. Un des deux champs semble avoir souffert plus que l'autre des attaques de la cécidomyie du chou-fleur notamment. En effet, 16 % des brocolis du champ B-700 (série Du Jour) montraient des signes de dommages d'insectes tandis que 41,9 % des brocolis du champ A-810 (série St-Urbain) étaient atteints. L'écart important entre le rendement total et vendable dans ce champ a été principalement causé par la cécidomyie du chou-fleur.

TABLEAU 7. CARACTÉRISTIQUES DES RÉCOLTES DE BROCOLIS SELON LES TRAITEMENTS À LA PLATEFORME D'INNOVATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE ST-BRUNO DANS DEUX SÉRIES DE SOLS EN 2011 (PP = PLANCHES PERMANENTES; T = TÉMOIN CONVENTIONNEL)

Série de sol	Traitement	Rendement total kg/ha	Rendement vendable kg/ha	Jour T-R*	% de Tige creuse	Diamètre moyen (mm)	% de rendement vendable	Nb de brocoli vendable /ha
Du Jour	PP	10933	9705	80,2	8,6	109,9	88,2	34357
	T	11144	10163	81,7	4,3	110,8	91,1	35819
St-Urbain	PP	8723	4198	78,3	9,3	103,7	43,2	15351
	T	9888	7095	77,0	16,9	108,1	70,9	25219

*Jour T-R : Jours écoulés entre la transplantation et la récolte pour les brocolis vendables.

** NS : Non significatif à un seuil α de 0,05. Les analyses de la variance (ANOVA) ont été effectuées sur les données non transformées.







ÉTUDES DE PROFILS

Dans la série de sol Du Jour, nous n'avons pas observé de différences importantes entre les traitements, des caractéristiques évaluées par l'étude de profil. La base du labour en système conventionnel n'était pas identifiable mais on pouvait observer une légère compaction à 20-30 cm de profondeur.

Dans la série de sol St-Urbain, les deux traitements présentaient un sol de surface bien structuré. En profondeur, le sol était plus compact suite au labour dans les parcelles en système conventionnel. Par contre, le sol semblait en voie de restructuration dans le système de planches permanentes tel qu'illustré au tableau suivant. L'enracinement était légèrement meilleur sous le passage du cultibutte qu'avec la rotobutteuse. Les différences étaient moins

marquées qu'en 2010 dans cette série de sol, le cultibutte ayant été passé plus superficiellement.

TABLEAU 8. COMPARAISON DES STRUCTURES DE SOL TRAVAILLÉ (EN SURFACE) ET NON-TRAVAILLÉ (SOUS-JACENTE) ENTRE LES DEUX TRAITEMENTS SUR UN SOL DE LA SÉRIE DU JOUR ET UN SOL DE LA SÉRIE ST-URBAIN EN CULTURE DE BROCOLIS À LA PLATEFORME D'INNOVATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE L'IRDA À ST-BRUNO EN 2011

Série de sol	Planches permanentes	Conventionnel
Du Jour Partie travaillée		
Du Jour Partie non travaillée		
St-Urbain Partie travaillée (haut) et non travaillée (bas) (Note : les photos sont ajustées en fonction de la dimension de la pelle)		

CONCLUSION

En conclusion, le système de planches permanentes ne s'est pas démarqué au niveau des récoltes. Par contre, il a permis d'améliorer l'état structural des différents sols sur lesquels il a été testé. Nous pensons que les avantages d'un tel système de planches permanentes pourront se révéler davantage à plus long terme en créant des conditions de sol favorables aux cultures.

Un suivi des temps de travail des deux systèmes devait être effectué mais le contexte de petites parcelles en blocs aléatoires complets ne se prêtait pas à une telle étude. Les données n'ont donc pu être colligées. Les vitesses d'opération des équipements de planches permanentes sont en moyenne de 7,5 km/h, alors que la rotobutteuse opère à 0,4 km/h. Il faudrait faire des essais en situation réelle pour comparer cet aspect des deux systèmes.

BIENS LIVRÉS

Le système de planches permanentes est opérationnel. Il suscite beaucoup d'intérêt parmi les maraîchers biologiques et même chez certains producteurs conventionnels. Deux démonstrations ont eu lieu, soit le 13 août 2009 et le 13 juillet 2011. Les essais ont aussi été visités par des conseillers agricoles le 3 août 2010 et le 12 juillet 2011 dans le cadre des activités de soutien en deuxième ligne organisées par le CETAB+ dans le cadre du Plan d'action du MAPAQ. La réalisation des études de profils par Anne Weill a coïncidé avec ces journées.

Étant donné l'effet prometteur du système de planches permanentes sur la restructuration de sols endommagés, l'IRDA poursuivra l'étude du système afin de valider cette tendance. Les résultats ont été présentés le 14 février lors d'une conférence financée par le programme INNOVBIO, en présence de Joseph Templier, au cégep de Victoriaville. La journée a été complétée par un après-midi de discussion autour des principales machines développées dans le cadre du projet. M. Templier a suggéré plusieurs améliorations à apporter aux équipements lors de cet atelier. Les demandes pour un futur atelier d'autoconstruction animé par Joseph Templier ont été abondantes. Un projet en ce sens est en préparation.

Il est prévisible que d'ici quelques années une fraction appréciable des maraîchers biologiques aura adapté un système de ce genre. Cependant les deux agriculteurs impliqués dans le projet au départ n'ont pas démontré d'intérêt à poursuivre dans cette veine.

Les diapositives présentées lors de la conférence du 14 février sont disponibles en ligne sur le site du CETAB+ et sur le site Agriréseau-Agriculture biologique. Le rapport final y sera d'ici peu.

DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Les difficultés rencontrées ont d'abord été d'ordre climatique: excès de pluie en 2009, conditions sèches au printemps 2011. Divers problèmes mécaniques et opérationnels ont été réglés au fur et à mesure. Le bris du semoir a faussé la comparaison des engrais verts en 2009. L'infestation des brocolis par la cécydomyie du chou-fleur a invalidé partiellement les résultats en 2011. Ces quelques difficultés n'ont toutefois pas nui à la validation du potentiel d'un système de culture en planches permanentes car le comportement des sols s'est avéré remarquablement différent entre les traitements selon les études de profils.

PARTENAIRES DU PROJET

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Plateforme d'innovation en agriculture biologique, Institut de Recherche et de Développement en agroenvironnement
- Cégep de Victoriaville
- Bourgault Tillage Tools
- Ferme Tourmaline
- Jardins du Petit Tremble

BIBLIOGRAPHIE

- BERRY, D., J. DEMEUSY. « Travail du sol en planches permanentes - Bilan de six années d'essais », Serail, ADABio, 2006.
- CHAMEN, W.C.T., G.D. VERMEULEN, D.J. CAMPBELL, C. SOMMER. « Reduction of traffic-induced soil compaction: a synthesis », Soil Tillage Res. 24, 1992, 303-318.
- CLERC, F., V. BRATZLAWSKY, J. TEMPLIER. « Guide de l'autoconstruction : Outils pour le maraîchage biologique », Adabio, ITAB, Grenoble, 2012.
- DEVEYER, L., G. DHELEMMES, X. ENNIQUES, A. LAKOMY, F. SOURD. « Travail du sol en Agriculture biologique : Méthode classique/ Méthode Wenz-Mussler », Isara Serail, Lyon, 2001.
- GIGUÈRE, Martine. « Système d'autoguidage et lutte à la compaction », Utili-Terre, Mars 2008, 34-36.
- LA FRANCE, D., M. LEBLANC, G. MOREAU, M. LEFEBVRE, P-A GILBERT, A. WEILL, J. PAINCHAUD, Y. HOULE. « Culture maraîchère en planches permanentes », Victoriaville, <http://www.cetab.org/documents.aspx>, 2012.
- TEMPLIER, J., Communication personnelle, 2008.
- TEMPLIER, J. « Maîtrise de la culture maraîchère avec un système de planches permanentes », Victoriaville, <http://www.cetab.org/documents.aspx>, 2012.
- VERMEULEN, G.D., J. MOSQUERA. « Soil, crop and emission responses to seasonal-controlled traffic in organic vegetable farming on loam soil », Soil Tillage Res. 102:126-134, 2009.
- WENZ, M. « Innovation en gestion des sols en agriculture biologique », cégep de Victoriaville - PSDAB2006.