Compte rendu 2011

Essai comparatif entre le travail du sol en planches permanentes et le travail du sol classique par labour

Synthèse des résultats (2001-2011)

Programme CAS DAR Sol AB (2009-2011)

Rédacteur : Anne KERDRANVAT (ADABio)

Partenaires : GAEC Jardin du Temple (Maraîchage en AB), Dominique BERRY (CRARA),Yvan GAUTRONNEAU (Agronome) SERAIL, CASDAR SolAB

Lieu de l'essai : Saint Blaise du Buis (Isère) – GAEC Jardins du Temple

ADABio – Association de producteurs pour le Développement de l'Agriculture Biologique
Maison des agriculteurs - 40 avenue Marcelin Berthelot BP 2608
38036 GRENOBLE CEDEX 02
Tél. : 04.76.20.68.65 Fax : 04.76.20.67.44

Résumé

L'ADABio est une association œuvrant pour le développement de l'Agriculture Biologique dans 4 départements rhônalpins (Ain, Isère, Savoie et Haute-Savoie). En réponse aux préoccupations des maraîchers sur la qualité agronomique du sol, un essai de travail du sol selon la technique des planches permanentes (PP) a été initié sur l'exploitation des Jardins du Temple en 2001. La technique des planches permanentes consiste à préserver la structure du sol sur l'espace cultivé. Elle est basée sur quatre principes : i) passages de roues toujours au même endroit ; ii) passages de roues non travaillés mais entretenus; iii) utilisation restreinte des outils rotatifs et iv) travail en buttes formées et entretenues par des disques et des dents.

Le dispositif expérimental comprend 12 planches maraîchères côte-à-côte. Six sont travaillées selon un itinéraire technique classique (labour, rotobêche, cultivateur) et les six autres sont travaillées en PP avec des outils construits par le producteur (butteuse, cultibutte, vibroplanche). C'est l'inexistence de matériel adapté sur le marché qui a conduit le producteur à construire ses outils.

Pendant 7 ans, les mesures ont concerné l'observation du sol selon la méthode du profil cultural ainsi que l'analyse des rendements. Depuis 2009, les mesures se sont diversifiées et intensifiées : concentration du sol en azote, humidité, capacité de drainage du sol, suivi de l'enherbement. Au terme de 10 ans d'essai, ce document analyse l'intérêt des PP selon 3 axes : le fonctionnement du sol, les rendements et la flexibilité dans les interventions culturales.

L'observation du sol et le suivi de la minéralisation font ressortir un meilleur fonctionnement en PP. La précocité de la minéralisation en PP est attribuée à un réchauffement plus rapide. Concernant les rendements (quantitatifs, calibres, qualitatifs), aucune tendance claire n'a été mise en évidence. Sur d'autres essais où la compaction du sol sous les allées déborde sur l'espace cultivé, des problèmes de déformation des légumes racines ont été observés. Sur le point de la flexibilité dans les interventions culturales, la meilleure structure du sol engendre un double avantage des PP: i) un passage des outils plus rapide (32% de gain de temps en moyenne) et ii) un ressuyage plus rapide du sol. Cela constitue un avantage pour la préparation du sol (notamment au printemps) ainsi que la gestion mécanique des pousses d'adventices qui suivent les pluies.

L'essai est reconduit pour l'année 2012, une diversification des variables est envisagée (irrigation et/ou fertilisation). Face aux bénéfices qu'apportent les planches permanentes, l'ADABio s'est engagé dans l'accompagnement des producteurs qui souhaitent adopter cette technique. Dans cette optique les outils auto-construits ont été améliorés et l'ADABio publiera début 2012 un manuel d'auto-construction avec les plans des machines. Des stages au cours desquels les producteurs construisent leur propre outil sont également mis en place.

Mots clés : Agriculture Biologique, maraîchage, travail du sol, fertilité, planches permanentes.

Introduction

1. Les débuts des planches permanentes

En **maraîchage diversifié** la recherche d'un horizon de surface très fin et la succession rapides des cultures ont tendance à engendrer une **multiplication des interventions mécanisées**. Les conséquences sont souvent défavorables : passage dans des conditions limites (trop humide, trop rapide, travail en puissance), problèmes de développement lié au tassement. D'autre part, depuis longtemps, des agrobiologistes remettent en cause le labour qui enfouit et dilue les matières organiques. C'est sur les bases de cette réflexion que s'est développé le travail en planches permanentes. Suite aux travaux de M. Hans Kemink (travail en billons) et de M. Mansfred Wenz (grandes cultures), M Hubert Mussler met en place une technique de buttes en planches permanentes. Les quatre principes de bases sont :

- Passages de roues toujours au même endroit
- Passages de roues non travaillés
- Utilisation exclusive (pour Wens et Mussler) d'outils à dent
- Formation et maintien de la butte avec des disques

2. Comment est-ce arrivé à l'ADABio ?

Un voyage sur l'exploitation de Mussler, en Allemagne, avec l'association Soin de la Terre est organisé en 1999. Suite à ça, une expérimentation de maraîchage en planches permanentes est lancée dans le cadre d'un **partenariat entre l'ADABio est la Serail**. L'essai a lieu sur l'exploitation des **Jardins du Temple** (St Blaise du Buis, 38).

En 2003, le GAEC des Jardins du Temple, conquit par la technique, décide de **passer toute l'exploitation en planches permanentes.** Cette orientation concerne directement l'essai car les associés affinent leur maîtrise de la pratique. Les planches permanentes deviennent la règle au lieu d'être l'exception ! L'un des associés, Joseph Templier, met au point des outils spécifiques au travail en planches permanentes : la butteuse, le vibroplanche et le cultibutte.

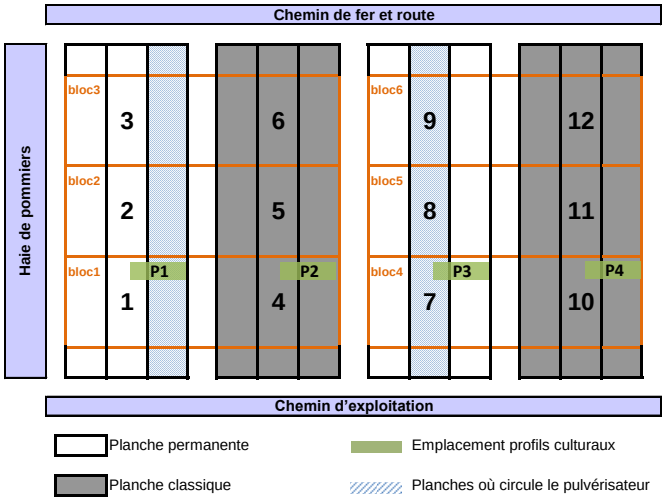
De 2001 à 2006, l'essai est suivi par le technicien maraîchage de l'ADABio. A partir de 2009, un stagiaire est recruté chaque année pour suivre les essais. La palette des mesures se diversifie : suivi de la minéralisation, tensiométrie, etc.

Matériel et méthodes

1. La parcelle

- Le sol est de type **limono-argilo-sableux**, à texture fine mais **non battant** (indice de stabilité de structure de 1,12).
- Le sol est profond (plus d'un mètre) et complexe car issu de l'activité glacière passée. Les profils culturaux ont mis en évidence deux horizons pédologiques : un horizon dominant limono-argileux fertile et un horizon marneux qui apparaît tantôt de manière localisée (sorte de lentille) tantôt sous forme plus diffuse avec l'horizon limoneux. Des veines de cailloux traversent la parcelle et amputent le potentiel utile du sol (réserve utile, exploration racinaire).
- Le taux de matière organique est élevé (3 %).
- pH alcalin (7,74), en lien avec la présence de calcaire total (1,1 %), avec probablement des risques de carences, mais pas de phénomènes d'enrobage de la matière organique (humus géochimique).
- La CEC est moyenne (112 meq/kg) : le facteur limitant est le type d'argile présent.
- Taux de potassium et phosphore satisfaisant, calcium et magnésium élevé à très élevé.
- La succession des années d'essai a mis en évidence un gradient de fertilité liée à la pente. On peut l'attribuer au phénomène d'érosion des argiles constaté lors d'une analyse granulométrique différenciée entre les horizons travaillés et les horizons profonds. Un profil cultural avait révélé un tassement marqué le long de la haie de pommiers, probablement dû aux passages d'engins.

2. Dispositif expérimental



Le dispositif expérimental est composé de 12 planches côtes à côtes : 6 blocs contenant chacun 2 parcelles élémentaires correspondant aux 2 modalités. Les planches sont longues de 70m et larges de 1,5m. La surface totale de l'essai est de 1 260 m². La parcelle est en légère pente du chemin d'exploitation vers la route c'est-à dire dans le sens des planches.

3. Facteur et modalités

- 1 facteur qualitatif : pratique de travail du sol
- 2 modalités : planches permanentes (PP) et planches classiques (PC)

Les rotations et le matériel végétal sont identiques. Toutes les interventions suivant l'implantation de la culture sont identiques dans les deux modalités : fertilisation, désherbage, traitements, etc. (lire la partie itinéraire technique)

4. Rotation

Année	Culture
2001	Poireau automne + EV avoine-vesce hiverné
2002	Laitue automne
2003	Carotte de garde+ EV seigle-vesce hiverné
2004	Chou automne
2005	EV sorgho été + Epinard automne
2006	Poireau automne
2007	Haricot vert + EV
2008	Carotte de garde
2009	EV seigle-vesce hiverné + Epinard
2010	Pomme de terre + EV seigle-vesce hiverné
2011	Poireau

5. Itinéraires techniques pour l'année 2011

En août de la saison n-1, le sol est préparé pour l'implantation de l'engrais vert. L'exploitation étant située sur une terre de moraine, il s'agit dans un premier temps de ramasser les cailloux : on réalise au préalable un travail superficiel (10 cm), sorte de déchaumage ou décroutage. En planches permanentes il est réalisé au vibroplanche suivi de la butteuse pour ramener les cailloux au centre de la planche. Dans l'itinéraire classique on utilise uniquement l'Actisol. Le ramassage des cailloux se fait avec une vieille ramasseuse à pommes de terre. Avant le semis de l'engrais vert seigle-vesce, le sol est préparé au cultibutte en planches permanentes et au vibroculteur en planches classiques (2 passages successifs). Le semis se fait sur l'intégralité de la surface (planches + allées). L'hiver passe. En avril l'engrais vert est détruit partout au broyeur à marteaux qui hache finement les parties aériennes, sans toucher le sol. Un passage de fraise permet d'incorporer la matière organique dans le volume extérieur de la butte. L'utilisation d'un outil rotatif est contraire aux principes initiaux des planches permanentes mais les associés ont fait le constat que cette opération activait la décomposition de l'engrais vert. Les étapes suivantes diffèrent selon les deux itinéraires :

Planches permanentes : La butteuse est passée deux fois à deux ou trois semaines d'intervalle. L'objectif est double : reformer les buttes après le passage de la fraise en remontant la terre qui a pu s'ébouler dans les allées et permettre la décomposition de l'engrais vert en conditions idéales dans le volume de la butte. Un mois et demi plus tard, pendant la deuxième quinzaine de juin, le passage du vibroplanche à deux reprises permet de réaliser des faux-semis. Chaque intervention espacée de deux ou

trois semaines permet de diminuer le stock de graines d'adventices et d'activer la décomposition de la matière organique. Peu avant la date de plantation, un travail plus en profondeur est réalisé au cultibutte (3 à 5 km/h) afin d'ouvrir le sol, de favoriser les échanges gazeux. Tout de suite après, un passage de cultirateau prépare un horizon de surface fin : l'action des deux rouleaux tournant en sens inverse permet d'enfouir les cailloux et de remonter la terre fine. Le cultirateau travaille à 440 tours/min en vitesse lente (1,8 km/h). Si l'engrais vert est bien décomposé, cette préparation finale peut-être réalisée plus rapidement en utilisant le vibroplanche. La plantation est réalisée dans la foulée.

	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Vibroplanche (ou Actisol)	●																
Butteuse	●								●	●							
Ramasseuse à cailloux	●																
Cultibutte		●										●					
Semis engrais vert		●															
Broyeur à marteau									●								
Fraise									●								
Vibroplanche											●	●					
Cultirateau (440 t/min - 2ème lente)												●					

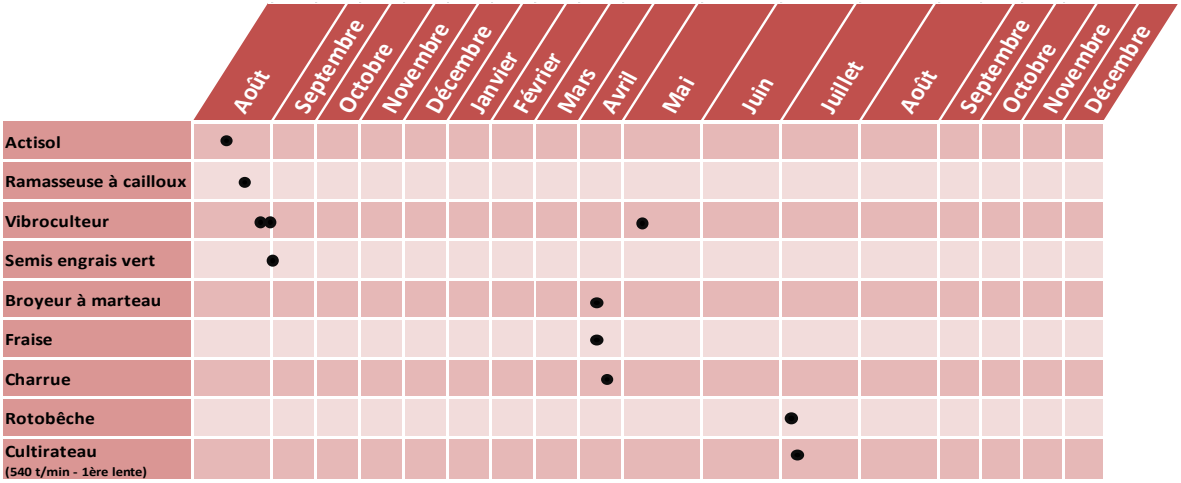
Itinéraire technique de la modalité planches permanentes

A gauche : La butteuse à planches des Jardins du Temple. Outil auto-construit par Joseph Templier. Outil autoporté. Le soc central ouvre la butte (s'il y en a déjà une) et rejette la terre vers la première paire de disque. Les disques tournent, entrainés par la vitesse du tracteur. La terre est retenue dans le creux du disque puis retombe. Les trois paires de disque permettent de travailler toute la largeur de la planche. Deux dents de vibroculteur, placées derrière chaque roue, binent l'allée. La profondeur de travail est ajustable grâce aux roues de jauges. Vitesse de passage : 2 à 5 km/h

A droite : Le cultibutte des Jardins du Temple. Outil auto-construit par Joseph Templier. 5 dents de cultivateur travaillent le sol en profondeur (20 à 25 cm). La butte est reformée par une paire de disque. La herse est reliée au troisième point hydraulique et peut être relevée. Elle est constituée de doigts rigides et encadrée par des déflecteurs qui maintiennent la butte en place. Des roues de jauge permettent de régler la profondeur de travail. En travaillant superficiellement et en enlevant certaines dents, l'outil peut être utilisé comme bineuse. Vitesse de passage : 3 à 5 km/h

(à gauche : Le vibroplanche des Jardins du Temple. Outil auto-construit pas Joseph Templier, porté par le tracteur. Les disques entretiennent la butte. Des dents de vibroculteur travaillent à 10 cm tandis que des doigts de herse étrille très flexibles travaillent à 5 cm. Pendant le travail des dents, la butte est contenue par les déflecteurs. Le rouleau est relié au troisième point hydraulique et peut être relevé. Des dents à soc triangulaire binent l'allée. Léger et travaillant très superficiellement, l'outil peut être utilisé en conditions de ressuyage limites.

Planches classiques : Dans cet itinéraire l'enfouissement des matières organiques se fait à la charrue (trois socs de 10 pouces, sans rasette, à une profondeur objectif de 20cm) à faible vitesse (2 km/h). La destruction de la levée d'herbe est faite par un passage de vibroculteur début mai. Mi-juin, la préparation du sol est réalisée avec la rotobêche. L'outil travaille à 540 tours/min en vitesse « troisième super lente » (0,6 km/h). La préparation finale est réalisée par le cultirateau réglé sur une prise de force de 540 tours/min en vitesse lente (1,1 km/h). La plantation est réalisée dans la foulée.



Itinéraire technique de la modalité planches classiques – culture de poireau

6. Observations

Etat initial (2001), état intermédiaire (2006) et bilan final (2011)

- Fertilité chimique : analyses de sol, éléments fertilisants, fractions organiques ;
- Fertilité physique : profils culturaux ;
- Fertilité biologique : analyses biomasse et activité microbienne ;
- Approche globale de la fertilité : analyses BRDA – HERODY
- Cristallisation sensible (2000 et 2011)

Observations annuelles de 2001 à 2008

- Temps de travaux affectés aux opérations de travail du sol
- Résultats culturaux (rendements, qualité)

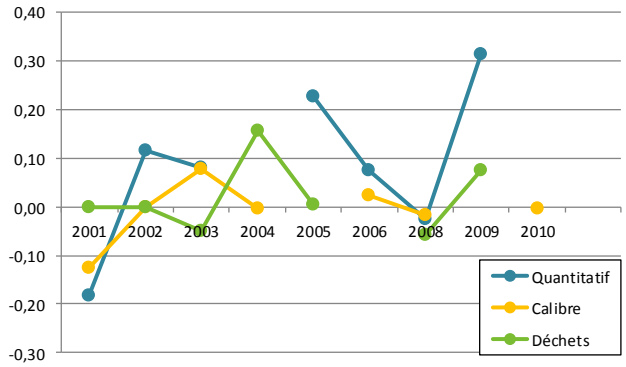
Observations annuelles de 2009 à 2011 (état d'avancement pour l'année 2011)

Mesures		Etat d'avancement	Fréquence
Profil cultural		x	1 fois
Test bêche		x	3 fois
Densité apparente du sol		NA	
Enherbement durant culture	Dénombrement	x	Hebdomadaire
	Inventaire	NR	"
	Bio-indication	NR	"
Concentration du sol en azote		x	Hebdomadaire
Tensiomètrie		x	Hebdomadaire
Température du sol		NR	
Humidité pondérale		x	1 fois
Infiltrométrie (méthode Beerkan)		x	3 fois
Analyses de laboratoire	Chimique	AR	1 fois
	Hérody	x	"
	Biomasse microbienne	NR	"
Potentiel de minéralisation du C et N		NR	
Comptage des vers de terre		NA	
Densité racinaire		x	
Analyse du rendement		AR	
Qualité de la récolte (cristallisation sensible)		AR	
Temps de travail		x	1 fois
Coûts de production		NR	

X : Réalisé NR : non réalisé NA : non adapté au contexte AR : A réaliser

Résultats

1. Rendements

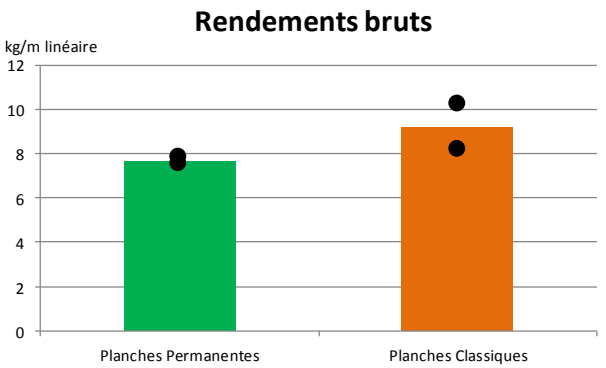


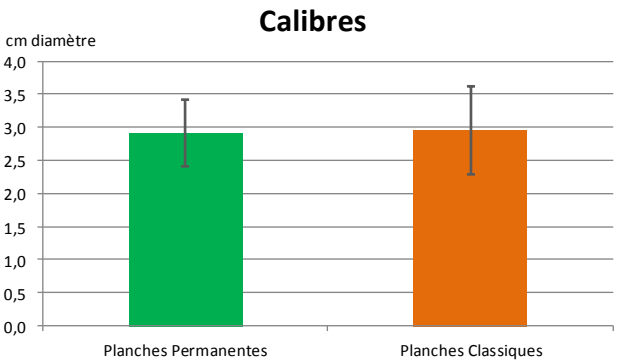
Graphique des ratios de performance entre les modalités PP et PC. Lorsque le ratio est positif, la mesure est en faveur des planches permanentes. Lorsqu'il est négatif c'est faveur des planches classiques. Les calculs sont détaillés dans l'annexe B.

La figure présente une compilation des résultats des récoltes depuis la mise en place de l'essai des planches permanentes aux Jardins du Temple. Les aspects quantitatifs sont issus des mesures de rendements bruts et nets ou de nombre de plants par mètre linéaire. Les mesures de calibre sont liées au diamètre des fûts (poireau) ou au poids moyen des pièces. Les mesures de déchets sont issues du pourcentage de produits commercialisables et du taux de déformation (carottes).

Concernant les mesures quantitatives, les rendements ont été en défaveur des PP deux années sur sept où la mesure a été faite. Le constat est identique pour les mesures de calibre et de déchets. Le graphique contient beaucoup de valeurs manquantes, mais la tendance générale montre tout de même que les rendements sont plutôt en faveur des planches permanentes, quel que soit le critère choisi.

Rendements 2011

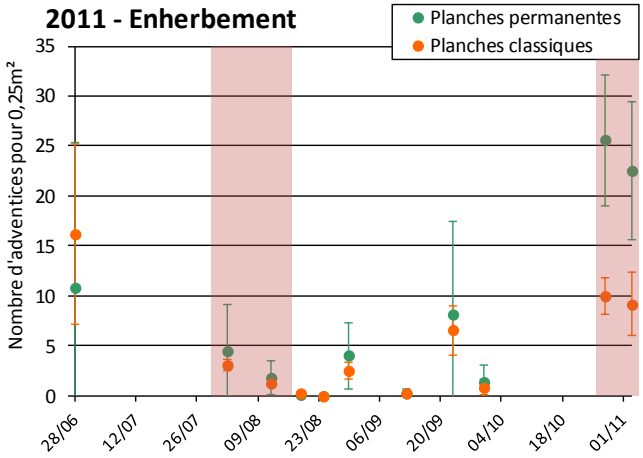




L'analyse des rendements montre un léger avantage aux planches classiques : -16% pour les planches permanentes. Concernant les calibres les différences sont minimes, tant au niveau des moyennes que des écarts-types.

L'appréciation de ces résultats doit considérer que les mesures ont en partie été réalisées sur des planches où circule le pulvérisateur. Cet engin circule systématiquement sur les mêmes planches, indiquées par des rayures bleues sur le plan d'expérience.

Enherbement



La figure présente les résultats d'enherbement. Aux Jardins du Temple, la gestion de l'enherbement est rigoureuse depuis de nombreuses années. Les faibles densités lors des comptages en témoignent. Le taux de recouvrement n'a jamais dépassé 10%. Sur une culture de poireau, la gestion de l'enherbement est réalisée par des faux-semis avant l'implantation puis par des buttages et débuttages successifs.

Les comptages montrent que l'enherbement est plus important en planches permanentes. Cette différence s'exprime de manière significative à quatre reprises. En 2007, des comptages d'enherbement avaient également été réalisés. 1 répétition sur 4 avait montré un enherbement significativement plus fort sur la modalité PC, ce qui contredit les résultats de 2011. On fait l'hypothèse qu'en PC la quantité de graines soit diluée sur un volume de terre plus grand tandis qu'en PP, toutes les graines restent en surface.

2. Fertilité physique

2.1. Observation du sol : profils culturaux et test bêche

Les schémas des profils culturaux sont présentés dans l'annexe A.

I.1.1/ Etat initial : novembre 2001

L'horizon de surface (H1) est essentiellement composé de terre fine, avec également des mottes de petite taille, non tassées. C'est une structure fragmentaire qui n'a pas repris en masse. L'horizon de reprise du labour (H2) est plus motteux et les mottes sont plus soudées entre elles. Là non plus il n'y a ni reprise en masse, ni trace de tassement.

L'horizon non repris par les travaux superficiels (H5) se répartit en 2 zones : à l'aplomb des passages de roue (zone L1 et L2), la structure est continue et fortement tassée. Sur la zone centrale (L3), la terre est beaucoup moins reprise en masse et les mottes ne sont que faiblement tassées. On observe un lissage dû à la rotobêche dans le fond de H5.

L'horizon pédologique (P1) montre une compaction dans ces premiers centimètres mais plus bas on observe une structure plus fragmentaire. La porosité étant faible on fait l'hypothèse que le ressuyage doit être lent.

I.1.2/ Après une saison : printemps 2002

La modalité planches permanentes (PP) montre un horizon de reprise moins tassé que les planches classiques : on y trouve plus de terre fine. Toutefois les mottes que l'on trouve dans cette modalité sont au contraire très compactées. En planches classiques (PC), l'équilibre entre mottes et terre fine est mieux respecté.

Sous les allées, le tassement continu des planches permanentes peut faire craindre un mauvais écoulement de l'eau. Et ce d'autant plus que l'horizon profond P1 est toujours compacté et par conséquent il constitue un obstacle au développement des racines.

Les passages de roues, les zones de gley et les mottes compactées amputent suffisamment le potentiel d'exploration racinaire pour que le volume de terre explorable soit plus important en planches classiques. Cette observation est confirmée par l'observation des vers de terre : les galeries fonctionnelles sont plus nombreuses en planches classiques.

Suite à ce constat, les associés ont fait le choix de réaliser un travail profond sur les bords de planches pour tenter de remédier au tassement latéral. C'est un outil avec deux dents michel qui a été passé. Le travail se fait sur 30 cm environ.

I.1.3/ Après trois saisons : automne 2004

En termes de comparaison, la modalité PP génère un horizon H1 plus favorable à l'implantation des cultures car il n'y a pas de "blocs" plus tassés, difficilement friables ramenés par le labour. En PC, la présence d'une semelle de labour génère plus de risques de déformations pour les cultures racines (carottes, navets).

En revanche, dans l'horizon H6 la modalité PC semble plus favorable. Cet horizon est moins humide qu'en PP, permettant ainsi une structure moins continue. C'est surtout sur les côtés de la butte que la structure est défavorable aux PP : le tassement latéral lié au passage de roues est toujours présent. Alors qu'en PC, la rotobêche ameublit bien toute la largeur du profil, il semble que les passages des 3 dents profondes du cultibutte ne suffisent pas à décompacter les bords de planches en PP.

Les observations laissent penser que la pratique de travail profond, mis en place en 2002, n'est pas adaptée au type de sol, riche en particules fines. L'objectif était d'augmenter le volume de terre disponible pour la culture par un travail latéral mais le passage des dents « Michel » a, au contraire, dégrader la situation. Il semblerait que la fragmentation engendrée par ce passage ait crée de la terre fine qui s'est rapidement repris en masse. Ce constat a amené à modifier les pratiques une nouvelle fois sur l'itinéraire PP : le décompactage profond a été totalement supprimé et les engrais verts ont été systématisés.

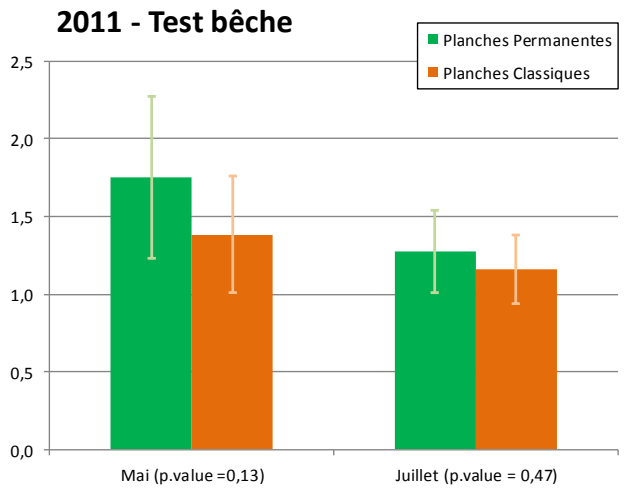
I.1.4/ Après cinq saisons : automne 2006

Globalement, les deux modalités montrent une bonne structure. Les états structuraux sont légèrement plus favorables en PP. L'activité biologique (présence de galeries de vers de terre) et l'enracinement des cultures y sont meilleurs.

Il faut également particulièrement remarquer l'absence de tassements latéraux en PP, contrairement à ce qui avait été observé en 2004. La modification des pratiques (suppression du décompactage et engrais vert systématique en interculture) ont donc porté leurs fruits.

I.1.5/ Après 10 saisons : 2011

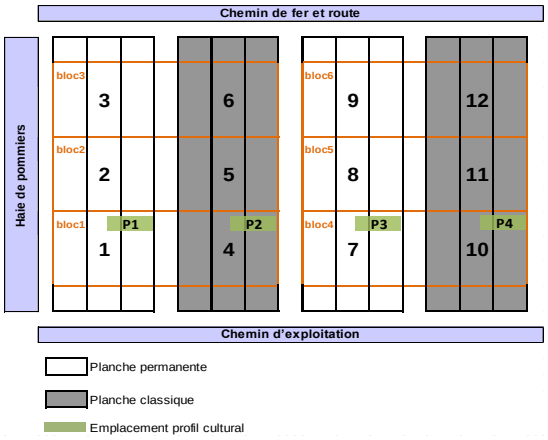
TEST BÊCHE



2011 - Résultats du test bêche. Un test-bêche a été réalisé par parcelle élémentaire, soit 1 répétition par bloc. Les barres d'erreurs indiquent l'écart-type. Le système de notation va de 1 (aucun tassement) à 5 (tassement sévère qui nécessite une décompaction). Le protocole du test-bêche est présenté dans les annexes A et C.

Les planches permanentes ont systématiquement une note plus élevée que les planches classiques, ce qui traduit un état de tassement plus important. Le détail des résultats par parcelle élémentaire montre que la planche située le plus près de la haie de pommier est de manière récurrente celle où la structure est la moins bonne.

L'amplitude des résultats est plus importante en mai. Toutefois le protocole de notation a légèrement changé entre les deux répétitions ce qui limite l'analyse comparative entre les deux dates.



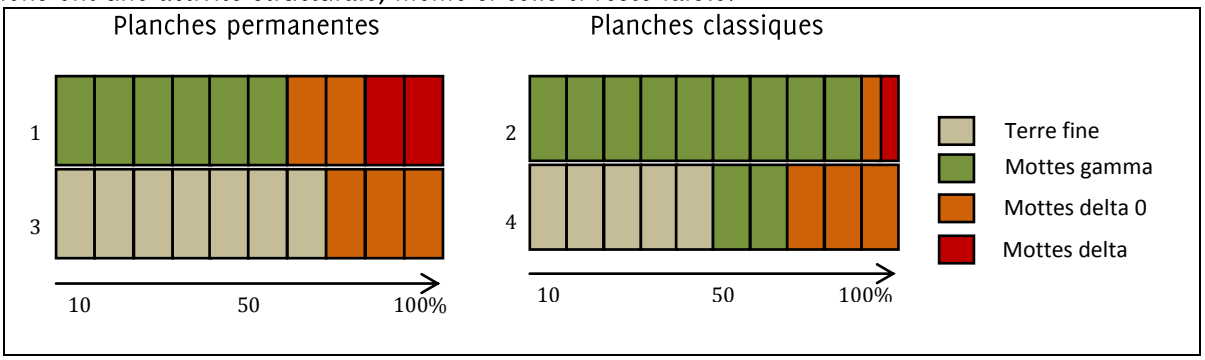
PROFIL CULTURAL

On observe une grande hétérogénéité dans les horizons pédologique et dans le taux de pierrosité. Les profils 2 et 3 sont très caillouteux. L'horizon pédologique comprend des zones marneuses infertiles plus ou moins

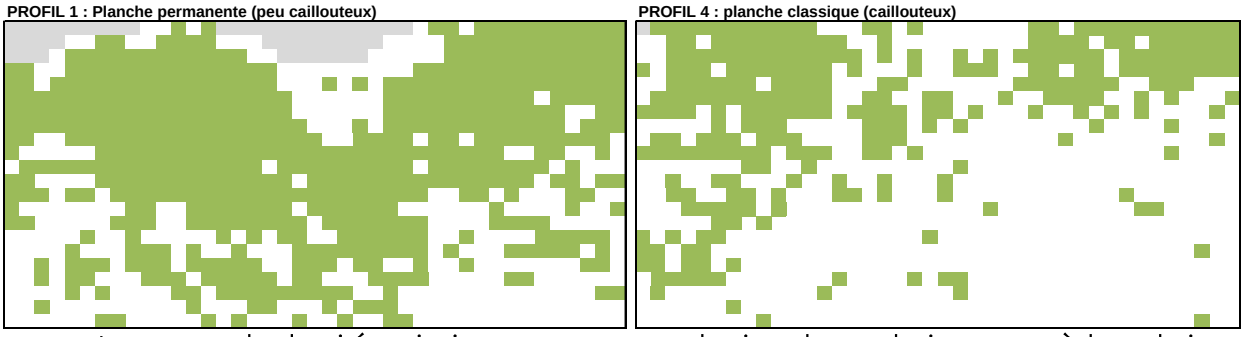
diffuses selon les profils.

Sur les zones L1 de passage de roue, le degré de compaction est équivalent entre les deux modalités. Le tassement issu de 6 mois de passage serait équivalent à celui issu de 10 ans de passage de roue au même endroit ? Cette hypothèse est remise en cause par le fait que les planches classiques soient « coincées » entre des planches permanentes ce qui limite la fluctuation de leur emplacement. Observons la structure des différents horizons H5 afin de comparer l'effet des différents itinéraires techniques (schémas suivants). Dans les deux cas, les structures sont favorables au développement racinaire. Les effets défavorables attribués au labour ne se constatent pas. L'effet année joue probablement sur l'écart de qualité du sol entre planches classiques et planches permanentes : en année avec un printemps humide, l'intervention risque d'avoir des effets néfastes en déversant des blocs de structure continue qui vont se solidifier en séchant.

Toutes les zones compactées ont des fissures qui permettent un peu de passage de racines. Les limons ont une activité structurale, même si celle-ci reste faible.

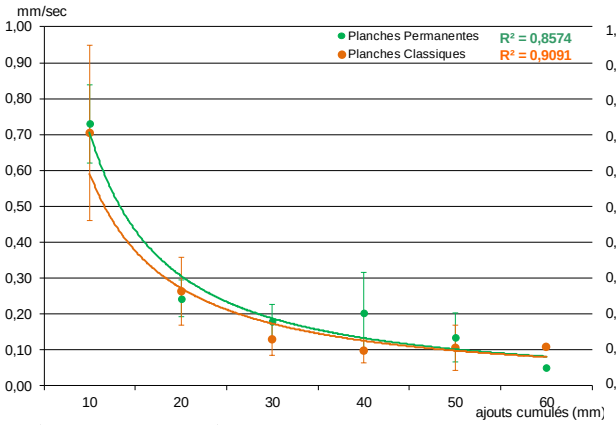


DENSITE RACINAIRE

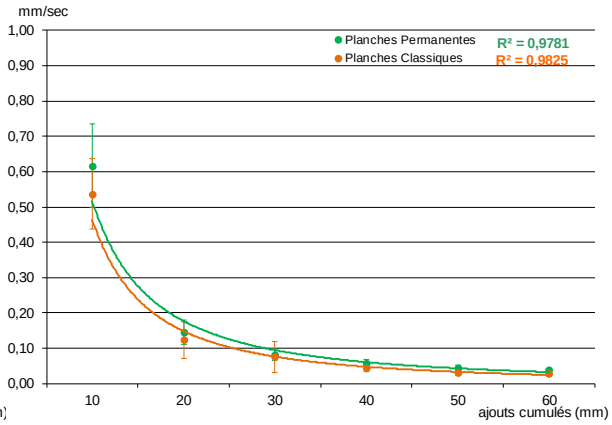


La mesure de densité racinaire ne permet pas de tirer de conclusion quant à la technique des planches permanentes car les horizons pédologiques sont trop contrastés en terme de pierrosité.

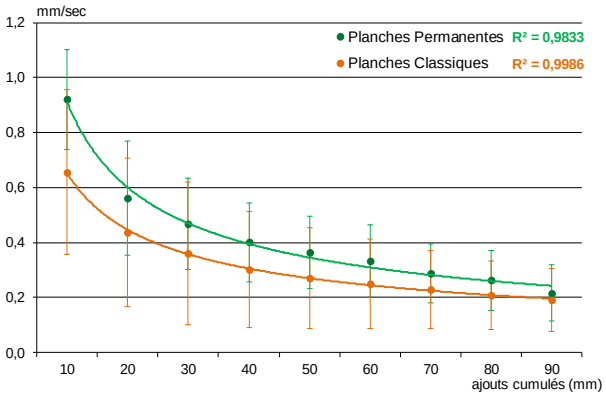
2.2. Infiltrométrie



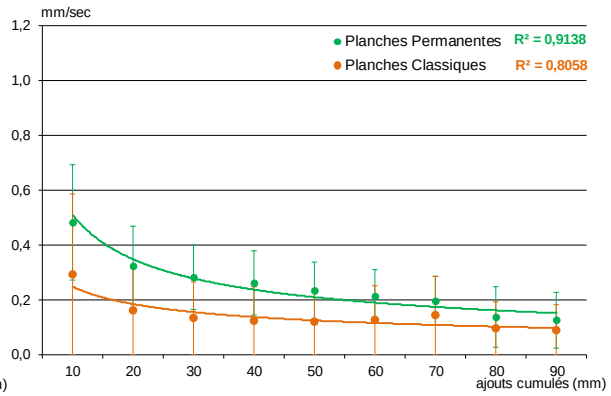
Août 2009 – Infiltrométrie



Septembre 2009 - Infiltrométrie



Octobre 2010 – Infiltrométrie

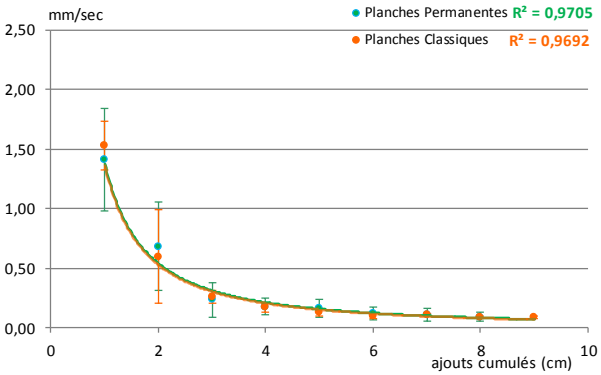


Novembre 2010 – Infiltrométrie

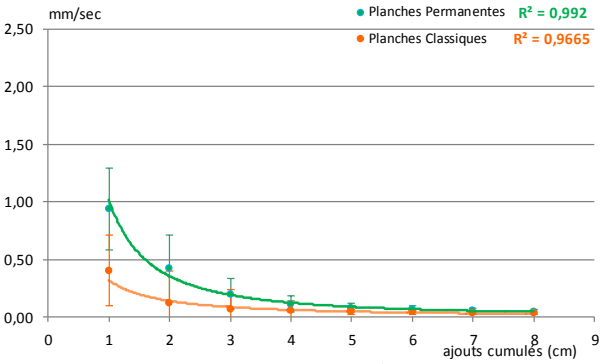
L'analyse statistique des courbes d'infiltrométrie pour 2009 et 2010 n'a pas été réalisée.

En 2009, la première infiltrométrie a été réalisée début août, à une période où la disponibilité en eau était supérieure en planches classiques qu'en planches permanentes (non significatif). La deuxième a été réalisée à une période où les deux humidités étaient sensiblement les mêmes. L'observation des graphiques d'infiltrométrie montre une porosité légèrement supérieure en planches permanentes pour les deux dates.

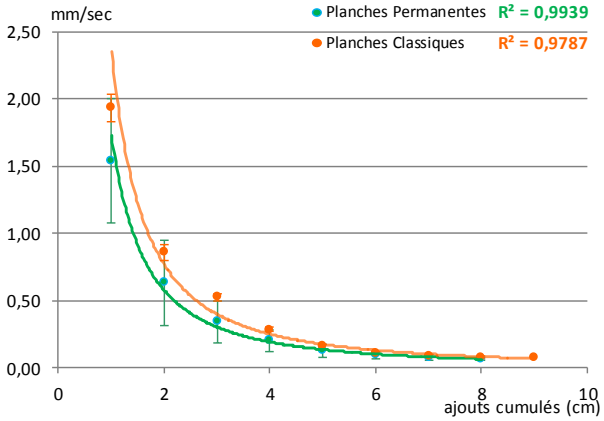
En 2010, les mesures d'infiltrométrie ont été réalisées en fin de saison, après l'arrêt des relevés de tensiométrie. On ne peut donc pas connaître l'humidité du sol à ces dates. L'observation des courbes montre qu'en octobre comme en novembre, la vitesse d'infiltration est plus rapide en planches permanentes. Les écarts sont plus importants qu'en 2009.



Mai 2011 - Infiltrométrie



Juin 2011 - Infiltrométrie



Août 2011 - Infiltrométrie

	Mai	Juin	Août
p.value anova	0,64	0,00893	0,02925
		PP > PC Interaction traitement*bloc	PC > PP
p.value student	0,35	0,19	0,26
	n.s	n.s	n.s

Tableau récapitulatif de l'analyse statistique pour l'infiltrométrie en 2011

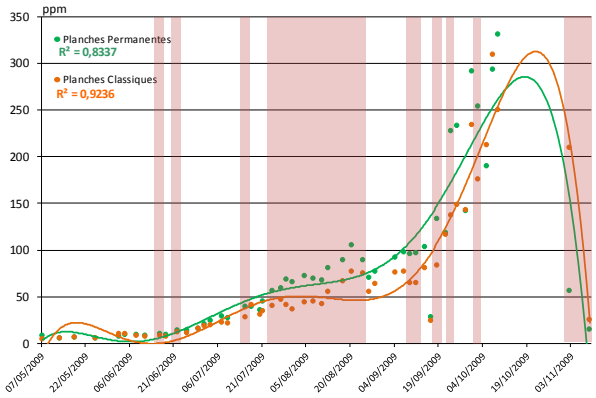
En 2011, les deux premières mesures ont été réalisées avant la pose des tensiomètres. La troisième a été réalisée à une date où l'humidité était plus importante en planches classiques. Les résultats d'analyse statistique sont présentés dans le tableau ci-dessus. L'analyse a été conduite d'abord par Anova. La vitesse d'infiltration est significativement différente à la 3ème date. La 2ème date (juin) a mis en évidence une interaction traitement*bloc qui compromet la significativité du résultat. Les analyses ont été reconduites selon le test de Student et les résultats n'ont fait ressortir aucune significativité. Les graphiques montrent des tendances contrastées : pas de différence à la 1ère date (mai), en faveur des PP à la 2ème date (juin) et en faveur des PC à la 3ème date (août).

Globalement, sur les 3 ans, 5 mesures sur 7 montrent une tendance à une infiltration plus rapide en PP, 1 mesure est en faveur des PC et 1 mesure ne montre pas de différence.

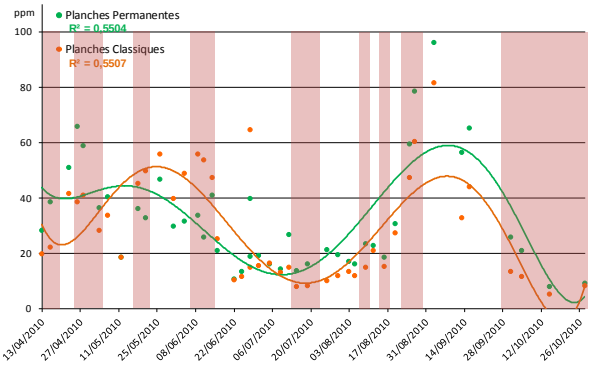
3. Fertilité chimique

3.1. Dynamique de la concentration en azote dans le sol

Les mesures de teneur en azote du sol ont été réalisées tous les 7 à 10 jours dans l'horizon 0-15 cm.



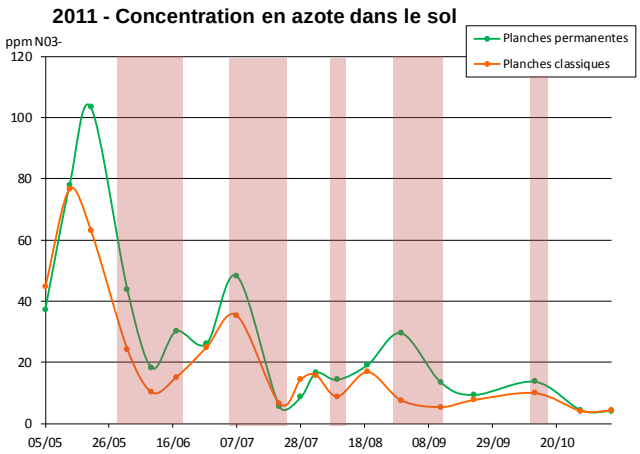
2009 - Concentration d'azote dans le sol. L'analyse statistique montre 21 dates sur 52 où les différences entre modalités sont significatives (en rouge). Analyse réalisée par Anova à 10% et Student quand les conditions de l'Anova ne sont pas respectées.



2010 - Concentration en azote dans le sol. L'analyse statistique montre 20 dates sur 42 où les différences entre modalités sont significatives (en rouge). Analyse réalisée par Anova à 10% et Student quand les conditions de l'Anova ne sont pas respectées.

<u>2009 :</u> La libération de l'azote est plus précoce sur la modalité PP et le maximum de la campagne est légèrement plus élevé en PP . Les quantités d'azote libérées couvrent largement les besoins de la culture d'épinard.

<u>2010 :</u> La concentration en azote est supérieure dans les PP sauf pendant la période allant de mi-mai à début juillet, c'est à dire pendant la phase de préparation et d'implantation. En 2009, les associés ont compté sur une meilleure structure du sol en PP pour intervenir plus précocement sur la modalité PP. Le sol était encore trop frais en profondeur et il semblerait que la structure ait été endommagée, ce qui a sans doute ralenti la minéralisation et par conséquent diminué la concentration en azote dans le sol.



2011 - **Concentration en azote dans le sol.** Analyse statistique non réalisée. L'analyse statistique montre 9 dates sur 19 où les différences entre modalités sont significatives (en rouge). Analyse réalisée par Anova à 10%.

2011 : Les résultats de 2011 sont cohérents avec ceux des deux années précédentes. La modalité PP montre une concentration en azote plus forte sur l'ensemble de la saison. Lors des pics de minéralisation, la modalité PP a une amplitude systématiquement supérieure à celle des PC.

3.2. Analyses de laboratoire

Les analyses d'échantillons de sols, prélevés en octobre 2006 dans les zones L1 (passages de roues) et L3 (dans la planche de culture), ont été effectuées par le laboratoire CESAR (caractéristiques chimiques), ALMATERRA (matières organiques) et BRDA-Hérody. Des analyses sont également prévues pour le bilan final de l'essai en fin de saison 2011.

Paramètres chimiques	*Matières organiques*				*Paramètres biologiques*		*Méthode Hérody*			
pH eau et pH KCl	MO totale	% MO	MO libre lentement	% C total	Biomasse microbienne	mg C/kg terre	Paramètres chimiques	CF	Paramètres chimiques	K
Ca total		C		% N total		%C		fines		Mg
N total		**N**		C/N	Activité de la biomasse microbienne	**C min mg/kg/28j**		Fer L et A		Al
K2O		C/N						AT	Matières organiques	MTO
CaO	MO libre rapidement	% C total	MO liée	% C total		N min mg/kg/28j		% Mg		HS
MgO		**% N total**		% N total				Mn1		MOF
CEC		C/N		C/N		Indice min N		Mn2		3F
Saturation CEC						Unités N min/an		P		NiNi

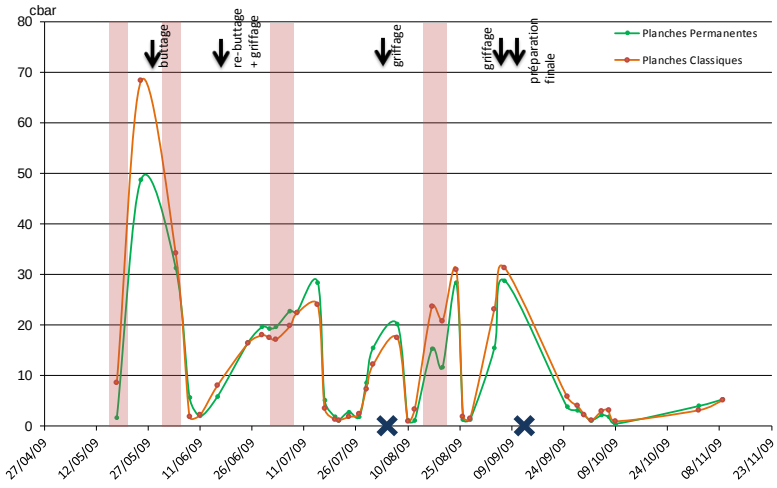
Le tableau présente les mesures réalisées en 2006. En rouge, les mesures montrant une différence significative d'une modalité à l'autre.

Toutes les différences significatives concernent la zone L3 de la planche de culture (zone ne subissant aucun passage de roue). Concernant les paramètres chimiques, il n'y a pas de différence significative entre PP et PC (CESAR et Hérody). Pour ce qui est des matières organiques, la seule différence significative concerne la concentration en azote plus élevée dans la zone L3 dans PP. La concentration est de 1,6 g/kg en PC contre 1,8 g/kg en PP. En analysant les différentes fractions de la MO on observe que cette variation est liée à une plus grande concentration azotée dans la MO libre rapidement. Cette observation est confirmée par l'approche Hérody : les PP tendraient à augmenter les matières organiques totalement oxydables. En revanche, l'analyse Hérody indique que les fractions humifiées et insolubilisé sont en augmentation au détriment de la fraction fermentescible (MOF). Ce résultat est en contradiction avec ceux obtenus sur les fractions granulométrique et l'activité biologique dans les analyses précédentes.

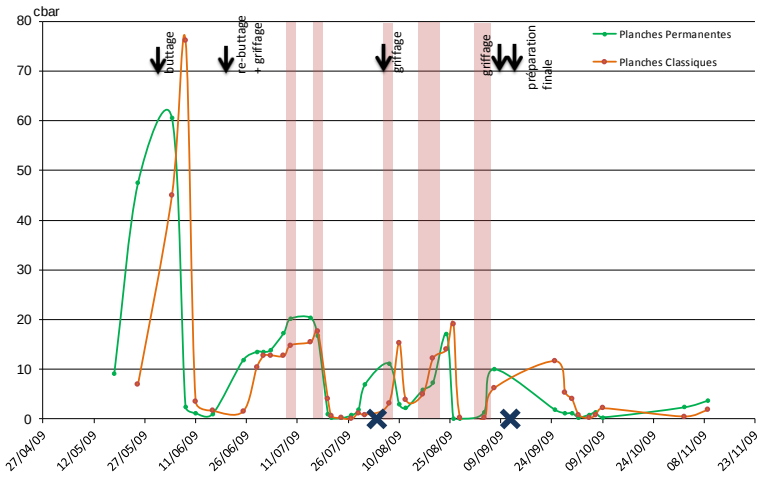
L'analyse de l'état biologique a montré que la zone L3 des PP contenant plus de carbone issu de la biomasse microbienne qu'en PC. Cette différence. Cette tendance concerne aussi la concentration en azote mais n'est pas significative.

4. Suivi hydrique

4.1. Tensiométrie



2009 - Tensiométrie à 15 cm. L'analyse statistique montre 6 dates sur 41 où les différences entre modalités sont significatives (en rouge). Analyse réalisée par Anova à 10% et test de Student quand les conditions de l'Anova ne sont pas respectées. Les croix bleues indiquent les dates où des infiltrométries ont été réalisées.



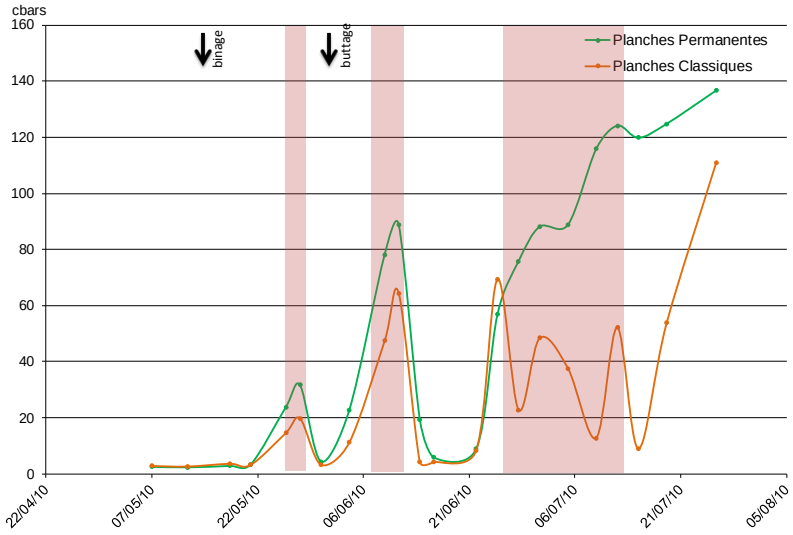
2009 – Tensiométrie à 30 cm. L'analyse statistique montre 6 dates sur 41 où les différences entre modalités sont significatives (en rouge). Analyse réalisée par Anova à 10% et test de Student quand les conditions de l'Anova ne sont pas respectées. Les croix bleues indiquent les dates où des infiltrométries ont été réalisées.

Le début de la saison 2009 a été marqué par un long épisode sec (jusque début juin). Pendant cette période, la disponibilité de l'eau est meilleure en PP, en surface comme en profondeur. Cette situation se maintient jusqu'à ce que le sol reçoive un nouvel apport d'eau qui sature la capacité de rétention (tensiométrie = 0), peu avant le 8 juin. A cette date, on peut observer que la modalité PC reste sèche en profondeur tandis qu'en PP la capacité au champ est déjà atteinte.

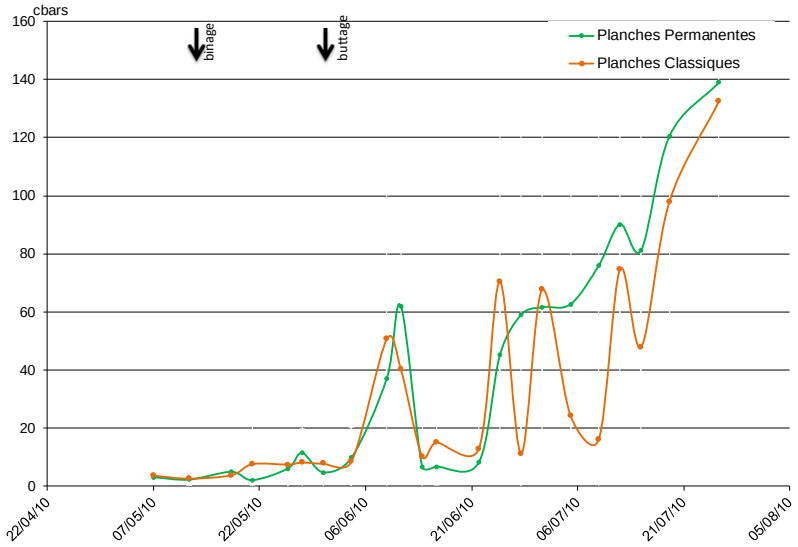
En surface, en dehors de la première phase qui vient d'être décrite, les profils des courbes des modalités PP et PC sont très similaires. Les différences sont plus marquées en profondeur : lors d'un apport d'eau (tensiométrie en baisse) l'humidité augmente d'abord dans les PP. Ce phénomène pourrait être lié à la répartition macroporosité/microporosité : une macroporosité importante favorise le drainage, donc l'écoulement de l'eau vers les horizons profonds. De plus, lorsque la capacité au champ est atteinte, la tensiométrie des PC reste nulle plus longtemps que celle des PP, ce qui traduit un engorgement prolongé des horizons profonds dans les PC. Cette observation appuie l'hypothèse d'un meilleur drainage en PP.

A deux reprises (une fois en surface et une fois en profondeur), on observe qu'une intervention culturale a eu lieu juste avant que les différences entre modalités soient significatives. Pour la période du 17 au 20 août la significativité s'observe à la fois en surface et en profondeur. Il s'agit d'une période de chaleur (augmentation rapide de la tensiométrie) suivie d'un apport d'eau modéré (irrigation ou pluie).

La saison 2009 en bref :
On fait l'hypothèse d'un meilleur drainage en PP car l'humidité atteint plus vite l'horizon profond et le ressuyage de ce même horizon est également plus rapide qu'en PC. En surface les courbes sont similaires. En profondeur, elles ont le même profil mais sont décalées dans le temps.



2010 - Tensiométrie à 15 cm. L'analyse statistique montre 11 dates sur 25 où les différences entre modalités sont significatives (en rouge). Analyse réalisée par Anova à 10% et test de Student quand les conditions de l'Anova ne sont pas respectées. La température du sol se lit sur l'axe vertical secondaire (à droite).



2010 - Tensiométrie à 30 cm. L'analyse statistique par Anova n'a montré aucune différence entre les modalités.

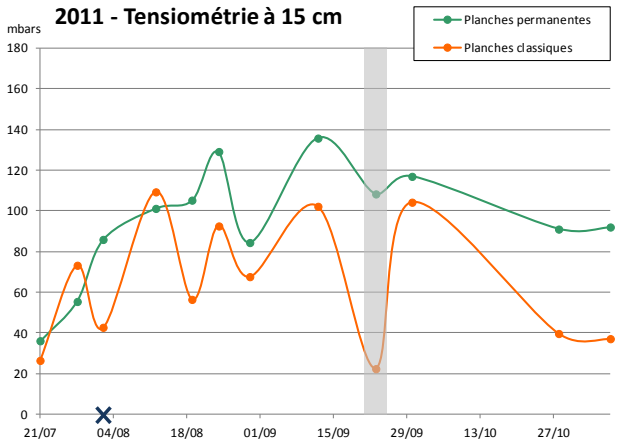
L'allure des courbes de 2010 est très différente de celle de 2009. Tout d'abord, l'amplitude des mesures est de 140 mV contre 80 mV en 2009. Il s'agirait vraisemblablement plus d'une usure des tensiométres que d'une différence climatique. On distingue deux périodes : avant et après le 21 juin.

Avant le 21 juin : en surface comme en profondeur, les évolutions ont lieu dans le même temps. Il n'y a pas de décalage comme en 2009. L'hypothèse d'un meilleur drainage en PP n'est pas confirmée. En revanche, en surface, les PP montrent un assèchement plus important que les PC (amplitude plus grande). La demande en eau est plus forte en PP. On peut faire l'hypothèse d'une évaporation par remontée capillaire plus importante en PP. Hypothèse renforcée par les pics visibles sur le graphique de l'horizon profond et par le fait que ces pics d'assèchement en surface correspondent aux périodes où les différences entre modalités sont significatives.

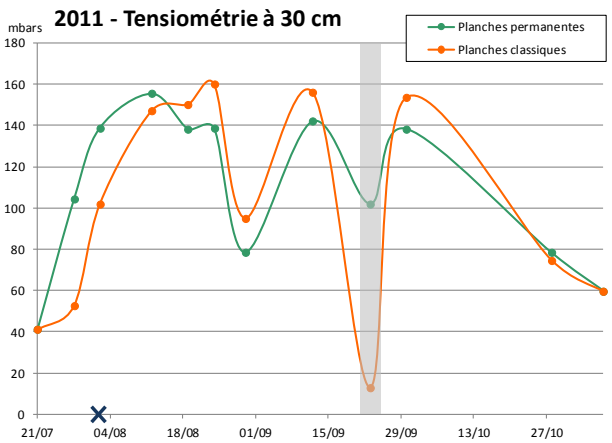
Après le 21 juin : le constat est le même en surface et en profondeur : 1) Bien que l'humidité des PC soit plus élevée que celle des PP, on observe de fortes amplitudes en PC qui traduisent une sensibilité plus grande aux à-coups climatiques. 2) L'humidité des PP diminue de manière régulière et se différencie significativement de la modalité PC pendant trois semaines. Les apports d'eau, bien visibles en PC, apparaissent peu en PP. On peut faire l'hypothèse qu'en PP, le volume d'eau à absorber est dilué dans un plus grand volume de terre, ce qui expliquerait la faible amplitude des variations. Néanmoins ce phénomène n'apparaît pas du tout pour l'année 2009.

La saison 2010 en bref :

La situation n'est pas comparable à 2009 : on n'observe pas de décalage des courbes. En revanche on fait l'hypothèse d'une meilleure remontée capillaire en PP car l'amplitude des pics d'assèchement est plus importante en PP. Dans un deuxième temps on observe un assèchement constant des PP tandis que les PC restent plus humides mais subissent de fortes variations sans doute liées aux épisodes climatiques. L'assèchement est plus marqué dans l'horizon de surface.



2011 - Tensiométrie à 15 cm. La croix indique la date de la 3ème infiltrométrie. La zone grise indique un jeu de données partiel.



2011 - Tensiométrie à 30 cm. La croix indique la date de la 3ème infiltrométrie. La zone grise indique un jeu de données partiel.

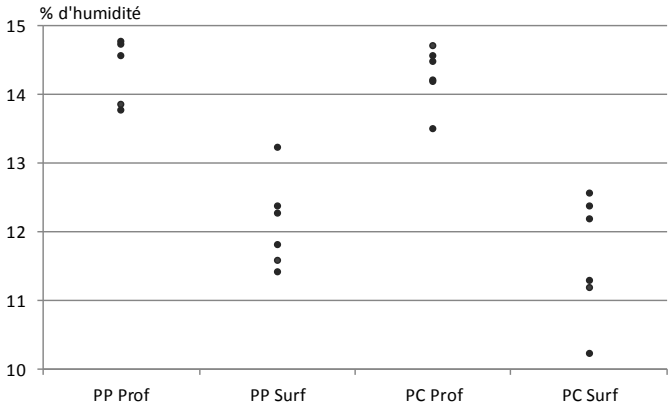
L'été 2011 a été marqué par un mois de juillet pluvieux puis les précipitations ont été très faibles jusqu'en octobre où il a eu à nouveau un fort épisode pluvieux.

Les tendances qui se dégagent montrent une similitude avec l'année 2010. L'amplitude des résultats a encore augmentée ce qui semble confirmer l'hypothèse d'une usure du matériel. L'analyse des écarts-type (non affichée) confirme cette hypothèse. En surface, on observe à nouveau un assèchement plus prononcé en PP tandis que les PC sont plus sujettes aux variations. En profondeur, les PP sont plus sèches jusqu'à la mi-août puis la situation s'inverse jusqu'à la fin de la saison. Toutefois, on note que le profil général de la courbe est similaire entre les deux modalités.

La saison 2011 en bref :

Globalement les planches permanentes sont plus sèches en surfaces et légèrement plus humides en profondeur. Sans pouvoir être strictement validée, l'hypothèse d'une meilleure remontée capillaire est maintenue. Il pourrait être pertinent de placer la sonde profonde encore plus bas.

4.2. Humidité pondérale



Résultats d'humidité pondérale – 12/08/2011. Analyse statistique réalisée par Anova à 2 facteurs. Le facteur horizon est significatif (p=0). Le facteur travail du sol n'est pas significatif (p=0,34). Il y a une interaction traitement*blocs (p=0,26).

Le mesure d'humidité pondérale est sensée venir confirmer les résultats de tensiométrie. Le prélèvement a été réalisé le 12 août. A cette date la modalité PP est plus humide que les PC en surface et la situation s'inverse en profondeur. L'observation du taux d'humidité pondérale n'appuie pas ce résultat : ni les résultats statistiques ni l'observation du graphique ne permet de faire ressortir un élément notable si ce n'est que l'horizon de surface est plus humide que l'horizon profond.

5. Conditions de travail

5.1. Temps de travail du sol

L'observation des résultats montre clairement une différence entre les deux modalités. Le gain moyen de temps est de 32% en faveur des planches permanentes. Cet avantage récurrent des planches permanentes s'explique par un horizon de surface mieux fragmenté. Le sol est naturellement plus aéré et offre moins de résistance aux passages des outils. Ces observations sont issues des témoignages des producteurs et ont été confirmées lors d'un profil cultural réalisé en 2004 : l'horizon superficiel était plus favorable en planches permanentes tandis que la situation était inversée en profondeur. Par ailleurs, pour que le travail d'outils à dents soit efficace, une certaine vitesse est nécessaire afin que les dents aient une action vibrante, fragmentant les agrégats.

En min/planche	Planches classiques	Planches permanentes	Gain avec PP
2001 - Poireau	47	21	55%
2002 - Laitue	42	32	24%
2003 - Carotte	68	48	29%
2004 - Chou	78	59	24%
2005 - Epinard	40	34	15%
2006 - Poireau	64	49	23%
2009 - Epinard	36	15	59%
2010 - Poireau	51	37	27%
Réduction moyenne du temps de travail :			**32%**

En planches permanentes comme en planches classiques, la répétition d'un même outil est parfois nécessaire. Mais ces répétitions n'ont pas la même visée : en planches classiques on peut être amené à réaliser un double-passage car l'état obtenu après un seul passage n'est pas satisfaisant. En planches permanentes, la structure du sol riche en terre fine ne nécessite pas de double passage. Il s'agit plutôt d'incorporer progressivement la matière organique au sol (butteuse) ou de réaliser des faux-semis (vibroplanche). La répétition du passage a donc lieu seulement après une dizaine de jours. La distinction entre ces deux visions est importante car elle est aussi à l'origine du gain de temps : il est plus rapide de réaliser un deuxième passage de butteuse à 8km/h qu'un deuxième passage de rotobêche à 1 km/h.

La variation dans le gain de temps est attribuée à l'effet année : selon les conditions climatiques, le sol est plus ou moins facile à reprendre au printemps. Dans des conditions difficiles, c'est-à-dire tardivement humide, l'écart de temps entre PP et PC se creuse. La terre humide, plus lourde, nécessite plus d'énergie pour être retournée et donc une vitesse d'avancement réduite. En séchant, les blocs déversés par la charrue se solidifient et une fragmentation artificielle sera nécessaire pour aboutir à un état d'implantation satisfaisant.

5.2. Organisation du travail

La précocité de ressuyage facilite le respect du calendrier d'implantation. En effet, lorsque les conditions du sol ne permettent pas de rentrer sur la parcelle, les implantations peuvent être repoussées. Ce décalage affecte aussi les récoltes et par conséquent augmente le risque d'avoir des « trous » de production ou au contraire des surplus.

L'individualisation des unités de production permet une planification plus simple des blocs de production. La largeur des planches étant fixée quel que soit le type de culture, on sait combien de planches contient chaque bloc et ce chiffre reste le même d'une année sur l'autre. L'idéal est que les longueurs de planches soient également homogénéisées. Ainsi, la réflexion se fait « à la planche » : le producteur sait combien de plants de poireaux (ou tout autre légume) contient chaque planche, il sait donc de combien de planches il a besoin pour atteindre ses objectifs de production, etc. Dans une production où l'on doit jongler avec 50 espèces cultivées différentes, une meilleure vision globale de l'assolement est un atout non négligeable. L'historique des interventions se fait également à la planche.

L'organisation du travail est facilitée par une identification claire des parcelles. Aux Jardins du Temple, chaque planche est numérotée et des plaques placées au sol indiquent le numéro de chaque planche. De cette manière la discussion entre travailleurs est simplifiée. Comme évoqué plus haut, le plan de culture et la gestion de l'historique des planches sont également réalisés suivant cette numérotation.

Une bonne maîtrise de l'enherbement nécessite une intervention précoce, quand les herbes sont encore au stade de plantule. Elles se déracinent alors facilement, sans affecter la culture. Les graines d'adventices (comme la plupart des graines) ont besoin d'eau et de chaleur pour germer. Ceci explique que les levées de « mauvaises herbes » aient lieu de manière préférentielle après les épisodes pluvieux. Le ressuyage précoce des planches constitue un atout intéressant dans la gestion de l'enherbement. Dans une période délicate telle que le printemps (réchauffement du sol, pluies régulières), il sera plus facile d'intervenir précocement et d'éliminer les levées.

Discussion

L'essai des Jardins du Temple est remarquable par son ancienneté et le recul qu'il apporte sur une technique encore au début de son développement. Les résultats positifs dégagés par l'essai s'explique par le type de sol particulièrement adapté ainsi que par l'effort d'adaptation du matériel qui a été fait. Par conséquent, il paraît important de poursuivre l'essai.

Revenons aux objectifs de l'essai. Si l'on se réfère au protocole : « Le but est de juger de l'efficacité d'une pratique de travail du sol en planches permanentes par rapport à un itinéraire classique sur la fertilité des sols, la gestion de l'enherbement ainsi que les temps de travaux et les coûts de production. » Où en est-on de ces objectifs ?

- La fertilité des sols : L'essai a montré que les différents paramètres agronomiques sont souvent en faveur des planches permanentes dans les conditions de cette exploitation. L'insertion dans le projet Sol AB a permis d'avoir accès à des résultats pour d'autres contextes pédoclimatiques et d'autre itinéraires techniques. Malgré l'arrêt du programme Sol AB, il semble essentiel que des liens soient maintenus entre les essais (partage des résultats, visites des techniciens voire des producteurs sur les essais).
- La gestion de l'enherbement : Aux Jardins de Temple, cela fait près de 20 ans que les associés font preuve d'une extrême rigueur dans la gestion de l'enherbement et la diminution du stock grainier. Ainsi, il n'a pas été possible de mesurer la difficulté que peut représenter la gestion de l'enherbement pour quelqu'un ayant le souhait de passer en planches permanentes. Pourtant la gestion de l'enherbement est un frein réel au passage en planches permanentes pour beaucoup de producteurs (et en Bio de manière général). Les producteurs connaissent les techniques utilisables mais leur mise en pratique leur paraît souvent difficile ou trop technique pour eux. Il serait donc pertinent d'envisager la mise en place de formations pratiques ou la rédaction d'articles voir d'un livret qui détaillerait précisément comment s'approprier les techniques.
- Les temps de travaux et les coûts de production : Les résultats ont mis en évidence le gain de temps que permettent les PP. Il a aussi été vu que les PP présentent un intérêt logistique pour la prévision du plan de culture et pour l'organisation du travail. Quant aux coûts de productions, projet de les étudier a été abandonné de par la complexité du calcul et le fait que sur une petite parcelle les coûts fixes couvrent les coûts spécifiques à l'une ou l'autre des modalités.

3 préconisations concernant l'avenir de l'essai planches permanentes :

1. ***Poursuivre l'essai en maintenant le dispositif actuel de comparaison de deux systèmes et en apportant une (voire deux) variable(s) supplémentaire(s) telle(s) que l'irrigation ou la fertilisation.***
2. ***Renforcer l'accompagnement de la personne qui assure le suivi de l'essai dans l'acquisition du savoir-faire expérimental.***
3. ***Accompagner le passage en planches permanentes des producteurs en leur proposant des outils pour une meilleure maîtrise de l'enherbement.***

Conclusion

L'observation du sol et le suivi de la minéralisation font ressortir un meilleur fonctionnement en PP. Concernant les rendements (quantitatifs, calibres, qualitatifs), aucune tendance claire n'a été mise en évidence. Sur d'autres essais où la compaction du sol sous les allées déborde sur l'espace cultivé, des problèmes de déformation des légumes racines ont été observés. Sur le point de la flexibilité dans les interventions culturales, la meilleure structure du sol engendre un double avantage des planches permanentes : i) un passage des outils plus rapide (32% de gain de temps en moyenne) et ii) un ressuyage plus rapide du sol. Le pendant d'un drainage plus rapide semblerait être une moindre disponibilité en eau pour l'alimentation des cultures. En revanche cela constitue un avantage pour la préparation du sol (notamment au printemps) ainsi que la gestion mécanique des pousses d'adventices qui suivent les pluies.

L'essai est reconduit pour l'année 2012. Plusieurs pistes de travail ont été proposées afin d'éclaircir les questions restées en suspens après l'analyse des résultats disponibles. Toutefois, la préconisation a été faite de ne pas s'entêter dans le fonctionnement spécifique de ce sol. Au contraire, il serait intéressant de s'appuyer sur l'essor des planches permanentes pour multiplier les sites de mesures. Etant donné que les moyens disponibles pour le suivi de l'essai ne sont pas amener à évoluer, une diminution ou une simplification des mesures est à envisager. La synthèse des mesures collectées les trois dernières années a mis en lumière la nécessité d'un accompagnement de l'expérimentateur (étudiant stagiaire) dans la prise en main des protocoles. Concernant l'année 2012, la situation sera optimale car l'expérimentateur de la saison 2011 sera présent pour accompagner le nouvel expérimentateur.

Face aux bénéfices qu'apportent les planches permanentes, l'ADABio s'est engagée dans l'accompagnement des producteurs qui souhaitent adopter cette technique. Dans cette optique une activité liée à l'auto-construction a été initiée à l'ADABio. La création d'un poste de technicien machinisme depuis 2010 a permis de travailler sur l'amélioration des outils auto-construits aux Jardins du Temple (butteuse, cultibutte, vibroplanche). Les plans des trois outils ont été réalisés. Début 2012, un guide de l'auto-construction paraîtra. Les tutoriels de construction des outils y seront présentés. D'autres matériels utilisés en maraîchage diversifié seront également présentés. Des stages au cours des quels les producteurs construisent leur propre outil sont également mis en place. Un stage où 6 cultibuttes ont été construits a été réalisé à l'hiver 2010. Six stages sont prévus pour l'hiver 2011 (2 stages pour chacun des 3 outils).

Cette activité d'auto-construction contribue donc fortement au développement des planches permanentes dans la zone ADABio. La diffusion des outils utilisés aux Jardins du Temple offre la perspective d'un nouveau développement pour l'essai planches permanentes de l'ADABio. Cette opportunité appuie la préconisation d'une diversification des sites de mesures évoquée plus haut. Toutefois, cette idée implique que les producteurs maintiennent une parcelle témoin cultivée selon l'itinéraire classique. Ce qui les contraint à conserver le matériel approprié. S'affranchir d'une comparaison n'est pas possible si l'on conserve le modèle d'essai actuel. Toutefois on peut aussi imaginer s'affranchir de ce cadre d'essai pour s'engager dans un réseau de communication et d'échange d'expérience autour des planches permanentes.