



Optimisation du travail du sol en AB : Comparaison de deux itinéraires en maraîchage

Bilan de 3 années d'essai

Hélène VEDIE - Annick TAULET - Jean-Pierre PENEL (Chambre d'agriculture de Vaucluse)

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ESSAI

La réduction du travail du sol est une problématique de plus en plus importante, d'une part pour des raisons de préservations des sols et d'autre part pour des raisons énergétiques, le prix des carburants pouvant dans les années à venir être une charge croissante dans l'économie des exploitations.

En maraîchage, les problèmes de structure de sol sont particulièrement importants, car la succession rapide de plusieurs cultures sur l'année entraîne des passages d'engins répétés dans des conditions de ressuyage et portance parfois inadaptées.

L'objectif de cet essai, mis en place en 2005, est donc de tester une nouvelle méthode de travail du sol - les « planches permanentes » - en comparaison avec un itinéraire « classique » de travail du sol. Il s'agit de limiter les zones de compaction de la parcelle aux passe-pieds en empruntant toujours les mêmes passages de roues. Sur la planche, le sol n'est jamais labouré et entretenu en priorité avec des outils à dents. Les outils rotatifs ne sont utilisés qu'en cas de nécessité avérée (enfouissement engrais verts...). Les 2 premières années de l'essai ont donné des résultats culturels, sur potimarron et melon canari, plutôt défavorables aux planches permanentes. Les cultures alors implantées sur buttes, ont probablement souffert d'une mauvaise gestion de l'eau par rapport aux plantes conduites à plat sur l'itinéraire "classique". Les profils culturels faisaient aussi apparaître une zone de compaction plus importante sous la butte. La troisième année, les buttes ont donc été mises à plat dans l'itinéraire planches permanentes.

Cet essai fait partie d'un réseau de parcelles expérimentales suivies par différentes stations d'expérimentation régionales en productions légumières : le PLRN dans le Nord, l'ACPEL en Charentes-Poitou et la SERAIL en Rhône-Alpes. Les protocoles et méthodologies sont harmonisés entre chacun de ces sites, afin d'évaluer les résultats de cette technique de travail du sol dans des conditions pédo-climatiques et pour des systèmes culturels variés.

Plus largement, ces essais sont reliés à un réseau de parcelles expérimentales sur l'optimisation du travail du sol en grandes cultures, animé par l'ISARA de Lyon, et à un réseau thématique sur le travail du sol et la fertilité en agriculture biologique, animé par l'ITAB.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Essai à 2 modalités et 2 répétitions. Parcelles élémentaires de 400 m² : 8m (3 à 4 planches) X 50m. Parcelle plein champ sur la station d'expérimentation du GRAB. Sol développé dans des alluvions de la Durance, sensible à la battance et aux compactations. Très profond, de texture Limono-Argileuse (22% A) - Taux de MO en 2005 : 2,1 % - pH : 8,3.

MODALITES	ITINERAIRES	REMARQUE	PRECISIONS
TEMOIN : ITINERAIRE « CLASSIQUE » C	« BIO 2000* » + HERSE ROTATIVE	CULTURE À PLAT	Alternance des zones plantées de façon à varier les zones de passages de roues
« PLANCHES PERMANENTES » PP	« BIO 2000* » + MTCS MARAICHAGE (outil mis au point au GRAB)	CULTURE EN BUTTE ANNEES 1 ET 2 - À PLAT ANNÉE 3	Passages de roues identiques depuis 2005

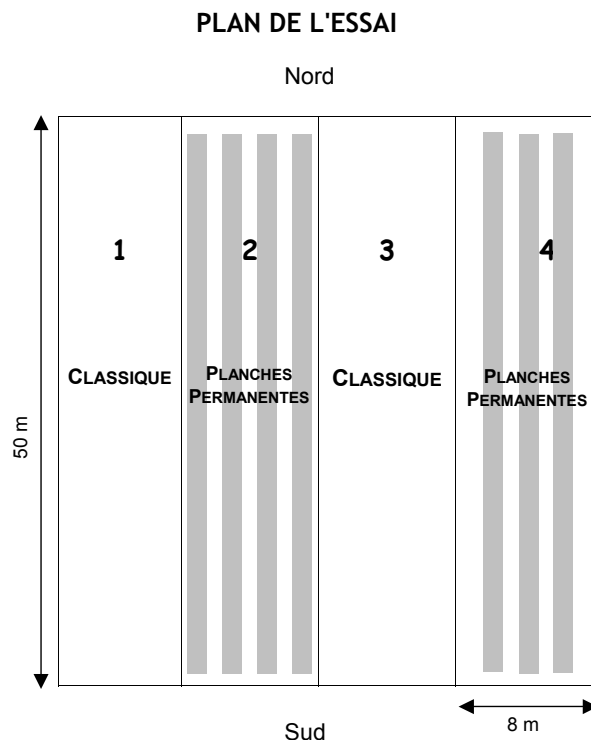
*Le BIO 2000 est proche de l'Actisol, avec des dents plus grosses - largeur de travail de 1, 4 m et profondeur 20 cm environ

Modalité 1 : Itinéraire « classique » : La culture est mise en place à plat, sur des planches qui sont déplacées d'une année à l'autre pour faire varier les zones de tassements. L'itinéraire de travail du sol comprend un nombre restreint d'interventions pour la préparation du sol : pas de labour, outils à dents (griffon) et des outils rotatifs peu « traumatisants » pour le sol (herse rotative). Le sol est travaillé sur les 20 premiers centimètres

Modalité 2 : Planches permanentes : Des buttes de 15 cm de hauteur et de 1 m de largeur à la base et 70 cm de largeur au sommet ont été formées en 2005 et conservées jusqu'en fin 2006. Les buttes ont ensuite été remises à plat. Les passages de roues sont conservés d'une année à l'autre. Dans le cadre

de cette expérimentation, un outil de travail du sol spécifique a été mis au point : le « MTCS », Matériel de Techniques Culturelles Simplifiées (voir 2.3).

Avant la mise en place de l'essai en 2005, un sous-solage (profondeur de 55-60 cm) a été effectué sur l'ensemble de la parcelle de façon à résoudre les problèmes de compaction existants. Cette action nous a permis « d'égaliser » le sol et partir sur la même base pour toutes les modalités.



2.2 MESURES ET OBSERVATIONS

Suivi agronomique

- Appréciation de la vigueur du couvert végétal,
- Caractérisation de la présence d'adventices : type et quantité,
- Sensibilité aux attaques de ravageurs et de maladies ;
- Résultats culturaux (rendement et qualité) sur placettes
- Suivi de l'humidité du sol (tensiomètres)

Evaluation de l'évolution de la fertilité des sols

- Fertilité physique : profils structuraux réalisés en fin de culture - Mesures compactomètre
- Fertilité chimique : analyses de laboratoire (éléments fertilisants, fractions de MO) et suivi de la minéralisation de l'azote (mesure des nitrates avec le nitracheck sur 0-25 cm)
- Fertilité biologique : analyses de la biomasse et de l'activité microbienne - activité des vers de terre
- Approche globale de la fertilité (Analyses du BRDA-Hérody)

Enregistrement des interventions et temps de travaux de travail du sol et d'entretien

Traitement statistique des données

- Résultats culturaux : mesures sur 2 à 3 placettes (de 1 à 4 m² chacune selon les cultures) par modalité et par bloc, analyse comme un essai bloc à 4 répétitions.
- Analyses de sol : 1 mesure par parcelle élémentaire, analyse comme un essai en randomisation totale à 2 répétitions.

Analyse de variance au seuil de 5 %, test de Newman Keuls

2.3 OUTILS UTILISES

Itinéraire "classique"



Reprise du sol : **Bio 2000**
(griffon proche de l'actisol)



Préparation finale : **Herse rotative**

Itinéraire "Planches Permanentes"

Reprise du sol : Bio 2000

Préparation finale : **MTCS Maraîchage**

Le Matériel de Techniques Culturelles Simplifiées (MTCS)

Cet outil conçu à l'initiative du GRAB permet de travailler en planches permanentes. Sans mise en œuvre de la prise de force, il prépare le sol uniquement grâce à l'avancement du tracteur. Les disques étoilés positionnés au centre du MTCS, effectuent le travail du sol. Cet outil est adaptable car il est possible de retirer des éléments et de pouvoir passer l'outil en cours de culture : désherbage, buttage ou nettoyage des passages de roues. Il est utilisé en priorité dans toutes les interventions liées au sol. Le sol est travaillé sur les 20 premiers centimètres.



Les disques étoilés travaillent le sol, ils sont situés au centre de l'outil, les disques forment la butte

Les disques du MTCS ont été retirés fin 2006 pour une culture à plat, tout en gardant les mêmes passages de roues.

2.4 SUCCESSION CULTURALE

Année	Culture	Observations
2005	Courge (potimarron / butternut)	Culture sur buttes dans la modalité PP. Paillage + irrigation au goutte à goutte
2006	Melon canari	Culture sur buttes dans la modalité PP. Paillage + irrigation au goutte à goutte
	Engrais vert : moutarde automne	Culture à plat
2007	Oignon botte + radis japonais*	Culture à plat. Paillage + irrigation par aspersion

* le radis japonais, longue racine d'environ 30 cm, a été implanté sur placettes comme culture "test" de la structure du sol

3. RESULTATS :

3.1 RESULTATS CULTURAUX

Développement des cultures

- Vigueur du couvert végétal

En 2006, on note un retard de développement d'une dizaine de jours de la culture de melon sur la modalité "planches permanentes" jusqu'à la récolte. Ce retard est lié à une mauvaise gestion de l'eau sur les buttes.

En 2007, la culture d'oignon est légèrement plus dense et plus haute sur la modalité classique.

Globalement sur les 3 années culturales, on a peu de différences de développement de la culture entre les 2 itinéraires de travail du sol.

- Développement des adventices

L'utilisation de paillages, la pratique de plantation de plants en mottes pour les 3 années culturales, et l'irrigation localisée au goutte à goutte en 2005 et 2006 limitent fortement le développement des adventices. Cependant, entre les planches de cultures, les adventices ont poussé de façon équivalente dans les 2 modalités. Elles sont plus délicates à éliminer sur les passages de roues permanents.

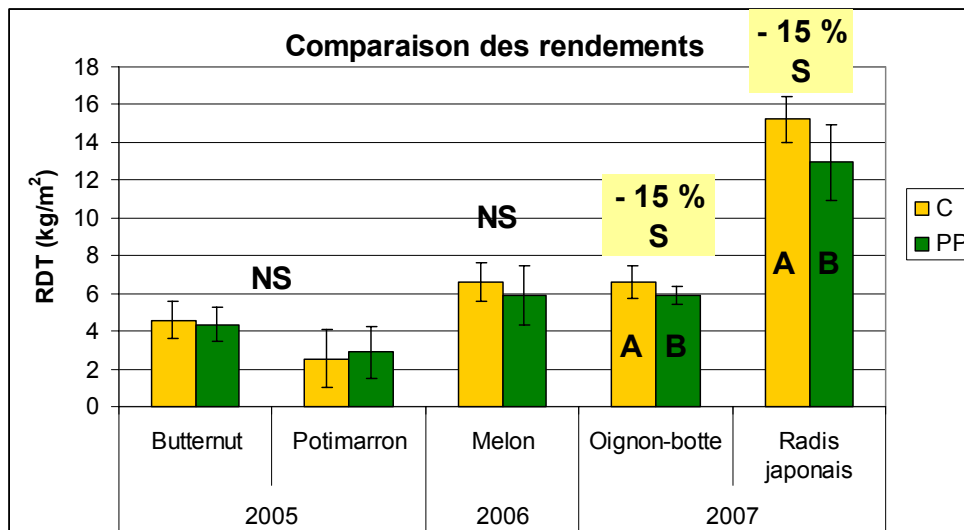
- Sensibilité aux attaques de ravageurs et de maladies

Nous n'avons noté aucune différence de développement de maladies et ravageurs entre les planches permanentes et l'itinéraire classique.

Résultats culturaux

- Rendements bruts

Les résultats des 3 années culturales sont présentés dans le graphique ci-dessous :



On n'observe pas de différence de rendement les deux premières années. En 2007, la tendance amorcée en 2006 se précise, avec une différence significative (test de Newman Keuls au seuil de 5 %) de 15 % sur les 2 cultures réalisées, en faveur de l'itinéraire "classique".

- Qualité des récoltes

La qualité des produits (% déchets) est équivalente entre les 2 itinéraires de travail du sol pour les courges, melons et oignons. Par contre, la culture "test" de radis japonais implantée en 2007 a donné environ 30 % de légumes déformés de plus dans les "planches permanentes", exprimant ainsi une structure de sol nettement moins favorable dans cette modalité :

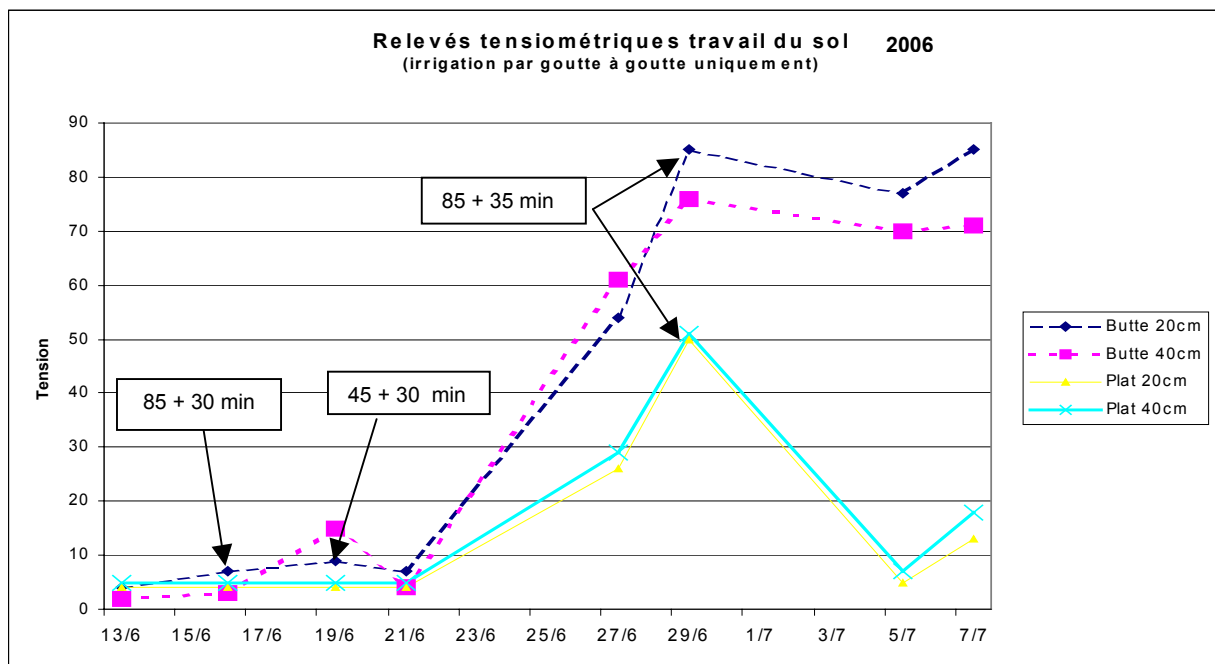
Modalité	% radis déformés
Classique	17,5 % B
Planches permanentes	45 % A



Déformations du radis japonais : à G, normal puis tordu et fourchu

Suivi de l'humidité du sol

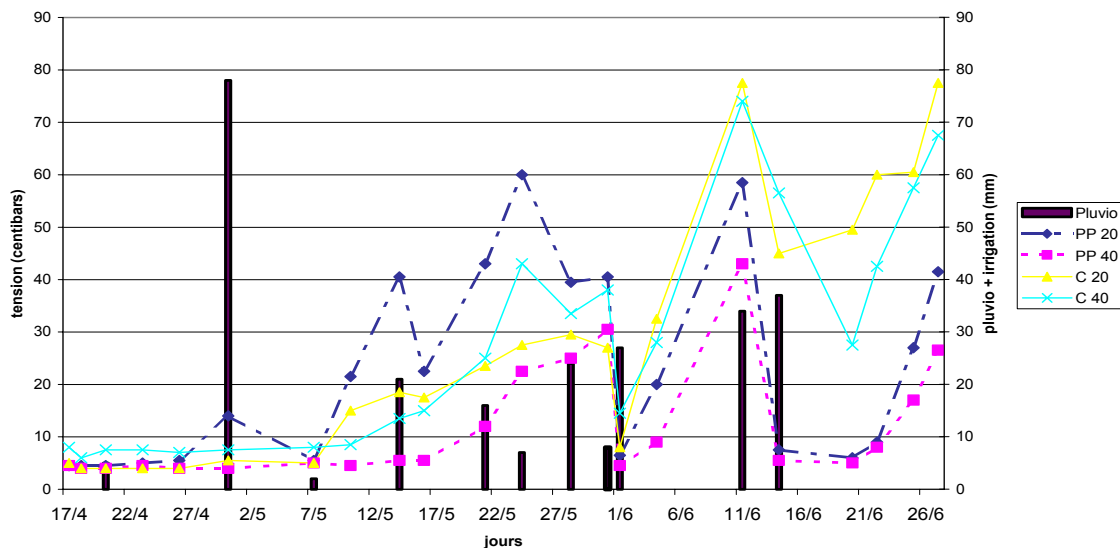
Un suivi tensiométrique a été réalisé en 2006 et 2007 à l'aide de sondes Watermark à 20 et 40 cm de profondeur dans les 2 modalités.



En 2006, pendant la culture de melon, alors que la modalité "planches permanentes" était conduite en buttes, les courbes montrent un assèchement du sol beaucoup plus rapide dans les planches permanentes. Après une irrigation au goutte à goutte, la tension diminue peu dans cette modalité (diminution de 10 dans les buttes, contre 40 dans l'itinéraire classique ou la culture est à plat), traduisant sans doute le ruissellement de l'eau sur les flancs de butte. Cette difficulté de la gestion de l'eau sur des buttes dans nos conditions méditerranéennes estivales nous a conduit à supprimer les buttes de l'itinéraire planches permanentes à la fin de l'été 2006.

En 2007, à partir du mois de juin, les tensions sont plus élevées dans la modalité "classique" que dans la modalité "planches permanentes". La différence de dynamique de l'eau n'est plus ici liée à la différence de culture -en butte ou à plat-, mais à l'état de la structure du sol entre les deux modalités. Il semblerait que l'assèchement du profil soit plus important dans la modalité "C", qui est aussi globalement moins compacté (voir 3.2). L'humidité est cependant restée satisfaisante dans les 2 itinéraires de travail du sol et n'a pas été limitante pour la culture d'oignons.

Relevés tensiométriques 2007 - OIGNONS (irrigation par aspersion)



3.2 RESULTATS SUR L'EVOLUTION DE LA FERTILITE PHYSIQUE

Profils culturaux (JP Penel, CA84 et Y. Gautronneau, ISARA)

La structure du sol a été évaluée par l'observation de profils culturaux à différentes étapes de l'essai

Etat initial : mars 2005

Le profil a été réalisé après passages du décompacteur :

- au niveau des passages de dents (tous les 50 cm jusqu'à 60 cm de prof.), la structure est fragmentaire et l'état interne des mottes dominant est $\Delta 0$.
- entre les dents, la structure est continue, avec de grosses mottes Δ

Etat année 1 : septembre 2005, fin de culture de courge

- Dans les « Planches permanentes » (en buttes):



Un horizon H5 commence à se prendre en masse sous la butte, avec des mottes fermées, assez peu poreuses, Γ tendant vers le type $\Delta 0$. Cette zone compactée de forme "patatoïde" épouse la forme de la butte, avec des dimensions de 80 cm de large et 30-35 cm de profondeur.

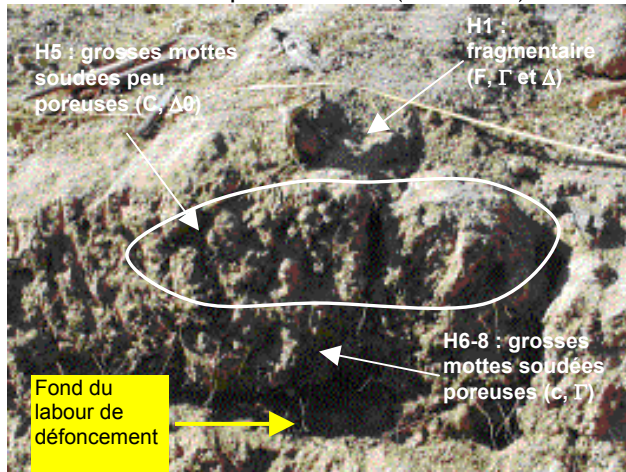
La partie supérieure de la planche, constituée d'un matériau fragmentaire avec terre fine et petites mottes, est épaisse d'environ 7 cm. En raison de cette nette discontinuité structurale, les racines suivent majoritairement les flancs de l'horizon H5 jusqu'aux passages de roues. Certaines d'entre elles parviennent à s'enfoncer verticalement dans la masse de l'horizon H5 pour bifurquer dès que le sol devient trop massif.

- Dans la modalité "classique" » :

Le profil cultural fait apparaître la limite de travail de la herse rotative à 10 cm de profondeur. En deçà, la structure présente de grosses mottes poreuses et facilement dissociables avec de nombreuses galeries de lombrics.

Etat année 2 : août 2006, fin de culture de melon canari

Planches permanentes (en buttes)



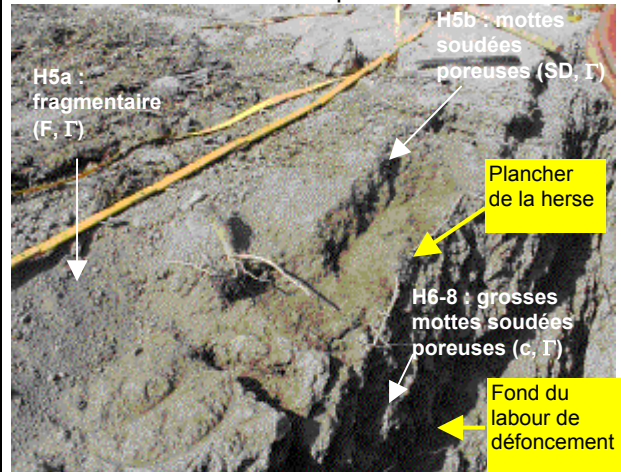
La partie profonde du profil est analogue à celle de la modalité classique : même horizon pédologique, même fond de labour de défoncement avec traces de dents du décompacteur.

La butte comporte une zone de section « patateïde » de 90 cm de largeur et 30-35 cm d'épaisseur, constituée de mottes soudées, peu poreuses, peu favorables à la circulation de l'eau et à la pénétration des racines.

Les flancs de la butte présentent la succession d'une bande de roulement compactée sur 1 cm d'épaisseur puis d'un mélange de mottes fermées non poreuses et de mottes poreuses.

On constate une nette discontinuité structurale dans la verticalité et surtout l'horizontalité du profil. La butte permanente occupe un volume important qui est caractérisé par une structure relativement fermée peu favorable à la circulation de l'eau et au développement racinaire. Dans ce type de matériau, des limons de Durance, les planches permanentes sont le siège d'une compaction du sol, sous l'effet de la dessiccation.

Classique



Le profil cultural est limité à 50 cm de profondeur par un ancien fond de labour de défoncement, compacté mais non lissé. En deçà, se situe un horizon pédologique de porosité médiocre, mais comportant une abondante mésofaune.

A 10 cm de profondeur, le sol a très nettement conservé l'empreinte des dents de la herse rotative, ainsi que celle de dents de griffon.

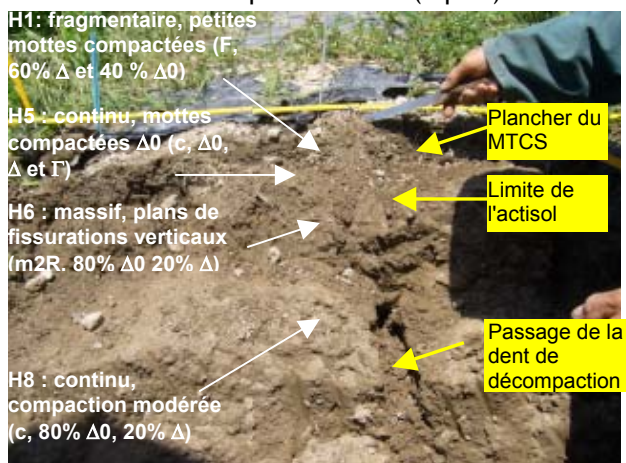
Entre ces deux fonds de travail du sol, se trouvent de grosses mottes difficilement dissociables, bien poreuses, avec de nombreuses galeries de lombrics. Quelques traces du passage d'un décompacteur s'y détectent par des passages de dents étroites jusqu'à 50 cm de profondeur (emplis d'une structure fragmentaire) et par des empreintes des dents sur le fond de labour de défoncement.

La structure de la partie supérieure du profil apparaît soit bouillante, soit soudée (à l'aplomb du goutte-à-goutte). De part et d'autre de la planche, se trouve une bande de roulement compactée de 20 cm de largeur et de 1-2 cm d'épaisseur.

On constate donc une discontinuité structurale assez importante dans la verticalité, les fonds de travail du sol délimitant nettement les horizons. Globalement, on observe peu de zones compactées, mais les mottes de l'horizon H5, facilement dissociables en 2005, ne le sont plus en 2006.

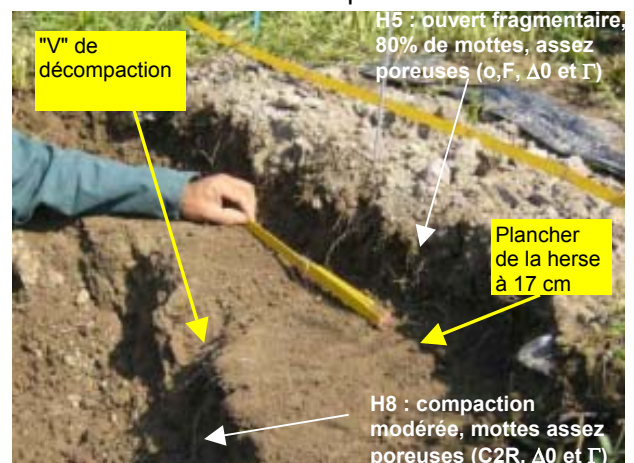
Etat année 3 : juin 2007, fin de culture d'oignons

Planches permanentes (à plat)



Le "MTCS" a roulé sur la planche (état « c ») sans

Classique



La herse rotative a constitué un horizon plus profond que

beaucoup s'enfoncer (6-8 cm seulement, horizon H1), sa masse étant manifestement trop faible. Il s'est donc avéré que cet outil est insuffisant dans un sol dégradé. Les racines de cébettes se développent préférentiellement dans cette partie du sol ameublie par le MTCS, moins profondément que dans les planches classiques.

En dessous, l'Actisol n'a fait que fragmenter l'horizon H5 sur 15 cm (zone compactée héritée du "patatoïde" des années antérieures). Les passages de dents sont empruntés de façon préférentielle par les racines de cébettes. Entre 15 et 35 cm (horizon H6), la compaction est toujours forte mais présente des plans de fissuration (état m2R).

La dent de sous-soleuse, passée au centre de la planche, n'a eu aucun effet de d'éclatement des mottes, en raison probablement d'une humidité du sol plus forte que dans l'autre modalité. Il ne subsiste comme trace de son passage que le lissage prononcé de ses parois.

La structuration du sol ne semble pas convenir aux lombriciens, qui tendent à accumuler des turricules dans les horizons intermédiaires.

Au niveau des passages de roues du tracteur (zones L1), la compaction, modérée, touche les 30-35 premiers centimètres (c2R, mottes Δ sur 10 cm puis $\Delta 0$).

l'année précédente (17 cm), avec un lissage sur le plancher de l'horizon moins marqué. Les mottes sont dominantes par rapport à la terre fine, de structure interne généralement peu poreuse au centre ($\Delta 0$) et poreuse (Γ) en périphérie.

Le sous-solage, réduit à un seul passage de dent au milieu de la planche, a eu un effet limité de décompaction sur l'horizon sous-jacent. Le passage de dent a laissé des parois lissées et le cône de décompaction s'avère limité en largeur (28 - 30 cm). Cette intervention a certes fragmenté une partie du sol, peu poreux, mais n'a pas amélioré l'état interne des mottes.

Le positionnement des planches étant aléatoire chaque année, les mottes de compaction peuvent se retrouver n'importe où d'une année à l'autre.

Au niveau des passages de roues du tracteur (zones L1), la compaction du sol est nette mais limitée en profondeur (6 à 8 cm).

Synthèse des observations des profils culturaux

Le sol de la modalité « travail du sol classique » présente d'abord une assez bonne porosité globale. Celle-ci tend ensuite à se dégrader, avec des mottes peu poreuses au centre et poreuses en périphérie, qui sont générées par la herse rotative.

Le sol est structuré verticalement par des fonds de travail du sol partiellement lissés par la herse rotative (et le griffon). Il a été constaté que ces fonds de travail du sol ne sont pas forcément situés chaque année à la profondeur initialement souhaitée par l'expérimentateur (15-20 cm).

Les passages de décompacteur ont permis de fragmenter une partie du sol, mais n'ont pas amélioré l'état interne des mottes. Un relais biologique s'avèrerait nécessaire pour restaurer la structure du sol.

Au niveau des passages de roues, les compactations de sol apparaissent limitées à 6-8 cm de profondeur

Les planches permanentes, initialement façonnées en buttes, se sont très rapidement prises en masse en leur partie centrale, sur 90 cm de largeur et 30-35 cm de profondeur, et ont perdu une part notable de leur porosité. Cette évolution semble liée à la nature du sol développé sur des limons de Durance, qui tendent naturellement à se compacter sous l'effet de la dessiccation. Cette tendance est renforcée par les vibrations générées par les passages de tracteur.

Les tentatives de restauration de la structure du sol n'ont pas été concluantes : le sous-solage n'a pas provoqué de fragmentation du sol, les dents de l'actisol n'ont fragmenté le sol que très partiellement, et le MTCS, passé 3 ou 4 fois, ne s'est enfoncé que de 6-8 cm. Le profil racinaire est en conséquence moins profond que dans les planches classiques (profondeur moyenne inférieure de 5 cm).

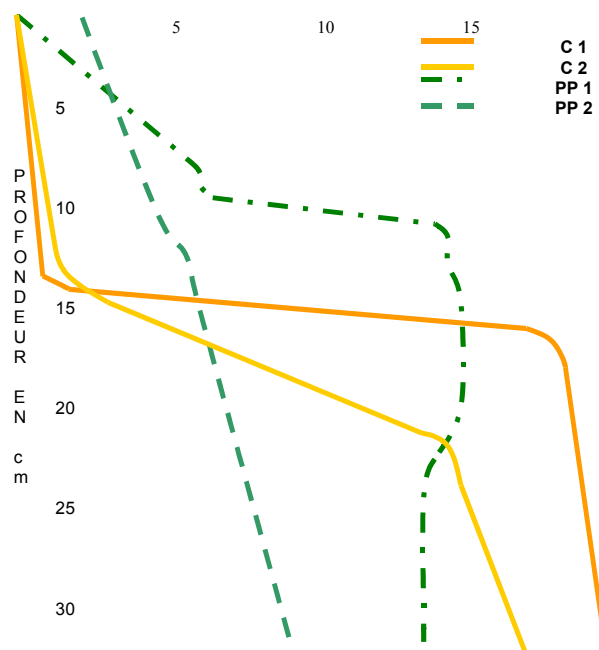
Au niveau des passages de roues, qui sont identiques d'une année sur l'autre, les compactations de sol finissent par atteindre 30-35 cm de profondeur.

Ce type de sol (Fluvisol), développé sur des limons duranciens, tend en fait à se dégrader sous l'effet des pratiques culturales quelles qu'elles soient. L'itinéraire technique de la modalité « travail du sol classique » donne les meilleurs résultats tant agronomiques qu'agropédologiques.

Les planches permanentes se révèlent très sensibles à la prise en masse du sol. De plus, l'approfondissement important de la compaction sous la bande de roulement introduit un risque de cloisonnement latéral de la faune du sol.

Dans la suite de cette expérimentation, la réflexion doit être accrue pour définir un itinéraire technique efficace, sur ce type de sol, en amont du MTCS et pour réviser les réglages du MTCS. Cette réflexion doit en outre intégrer l'amélioration de la fertilité organique du sol (amendements organiques) et la gestion des intercultures (engrais verts).

Profils compactomètre (2007)



20 Les courbes représentées ci-contre sont des courbes moyennes obtenues avec le compactomètre (Agro-profil®) avec 5 relevés sur chaque parcelle élémentaire de l'essai.

Les profils obtenus confirment la présence d'une zone de lissage, qui constitue un obstacle à la pénétration de la tige métallique de l'appareil, sur les parcelles conduites selon la méthode classique "C". Cette zone lissée est située entre 14 et 20 cm de profondeur, ce qui est cohérent avec les observations du profil cultural.

Sur les parcelles planches permanentes "PP", les relevés sont beaucoup plus aléatoires, traduisant l'hétérogénéité des compactations sur les parcelles. On retrouve, de façon plus ou moins nette selon les relevés, une zone de compaction vers 10 cm de profondeur, correspondant au passage du MTCS, mais les compactations des horizons sous-jacents apparaissent peu. Cet outil apparaît trop sensible à la présence de petits obstacles (mottes compactes, cailloux) pour être très pertinent.

3.3 RESULTATS SUR L'EVOLUTION DE LA FERTILITE CHIMIQUE

Des analyses de sol ont été réalisées dans chaque parcelle élémentaire en avril 2007. Elles ont été analysées par les laboratoires LCA (caractéristiques physico-chimiques) et Célesta (Matières organiques).

Paramètres chimiques

Dans la planche de culture (zone L3 des profils), 25 premiers cm.

Itinéraire	pH eau	C total	N Total	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	CEC Cmol ⁺
		g/kg						
Classique	8,7	15,1	1,57	0,275 A	0,521 A	0,323	11,07	7,8
PP	8,7	14,3	1,64	0,258 B	0,361 B	0,311	11,08	8,35
Stats*	ns	ns	ns	S	S	ns	ns	ns

* analyse statistique au seuil de 5 % - groupes homogènes de Newman-Keuls

Les concentrations en anhydride phosphorique et en oxyde de potassium échangeable sont significativement inférieures dans la modalité planches permanentes. Un des éléments d'explication est que la compaction forte du sol dans cette modalité, en influençant les flux de solutés, s'est traduite par une solubilisation moindre de ces éléments minéraux. Elle peut aussi être la conséquence d'une moindre activité biologique (voir 3.4) dans les planches permanentes.

Matières organiques

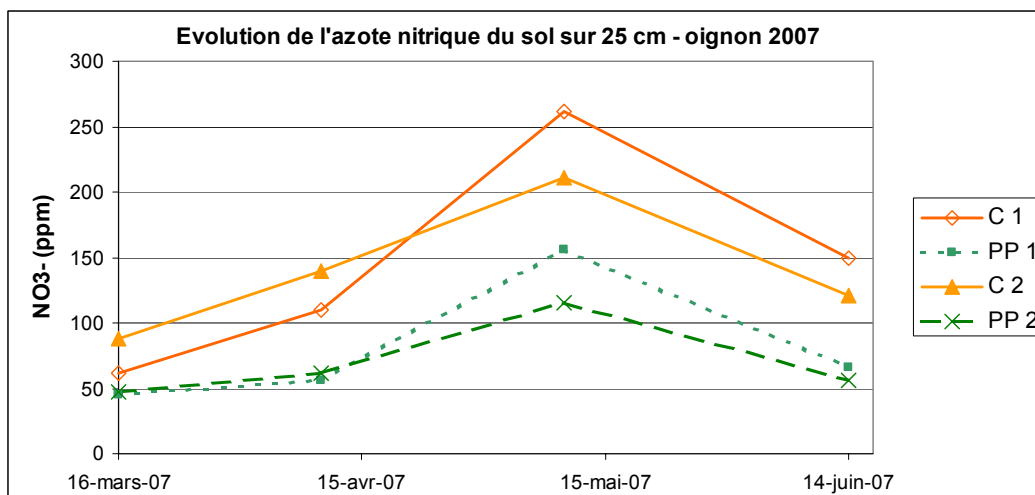
Horizon	Itinéraire	MO totale (%)	MO libre (> 50 µm) %		MO liée (< 50 µm) %	
			%	C/N	%	C/N
0-25 cm	Classique	2,59	0,62	20,9	1,97	8,2
	PP	2,45	0,54	16,4	1,92	7,7
	Stats*	ns	ns	ns	ns	ns
25-50 cm	Classique	1,47	0,19	18	1,28	6,4
	PP*	1,40	0,15	17,5	1,25	7
	Stats*	ns	ns	ns	ns	ns

* analyse statistique au seuil de 5 % - groupes homogènes de Newman-Keuls

Il n'y a pas aucune différence entre les modalités sur la quantité de matière organique (Carbone total) et sur la répartition entre les différentes fractions granulométriques, MO libre (> 50 µm), fraction grossière fermentescible, et MO liée (< 50 µm), fraction fine humifiée.

Dynamique de l'azote au champ (2007)

La concentration en azote nitrique du sol a été mesurée régulièrement sur chaque parcelle élémentaire pendant la campagne culturale 2007 avec des analyses rapides de NO₃⁻ (Nitracheck). Les courbes ci-dessous montrent que la minéralisation de l'azote est plus importante dans la modalité "Classique". La porosité inférieure du sol dans la modalité "planches permanentes" a donc aussi des conséquences sur la dynamique de minéralisation de l'azote.



3.4 RESULTATS SUR L'EVOLUTION DE LA FERTILITE BIOLOGIQUE

Activité des vers de terre

Le dénombrement du nombre de biopores au niveau du plancher de passage des outils de travail du sol donne le même résultat dans les 2 modalités : 220 orifices / m².

Cependant des différences qualitatives ont été observées dans les profils culturaux réalisés : la structuration d'origine biologique est plus importante dans la modalité "Classique", notamment en dessous de 15 cm de profondeur. Dans les planches permanentes, on observe peu de structure d'origine biologique et un grand nombre de galeries de lombriciens non fonctionnelles, car emplies de turricules.

Biomasse microbienne

Les analyses de biomasse microbienne et d'activité biologique ont été réalisées par le laboratoire Célesta dans chaque parcelle élémentaire en avril 2007.

Horizon	Itinéraire	Biomasse microbienne		Activité de la biomasse microbienne				
		mgC/kg	% C	Min. C (mgC/kg/28j)	Indice min C	Min. N (mgN/kg/28j)	Indice min N	Min N (u/ha/an)
0-25 cm	Classique	285	1,9	398	2,6	42,4	2,7 A	223 A
	PP	209	1,5	360	2,5	32,2	2 B	169 B
	Stats*	ns	ns	ns	ns	ns	S	S
25-50 cm	Classique	100	1,2	161	1,9	16	1,3	84
	PP*	92	1,1	174	2,1	15,2	1,4	80
	Stats*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* analyse statistique au seuil de 5 % - groupes homogènes de Newman-Keuls

Le nombre restreint de répétitions des analyses (2) ne permet pas de mettre en évidence de différence statistiquement significative, sauf pour l'indice de minéralisation de l'azote, inférieur sur les planches permanentes.

La tendance est toutefois assez marquée dans l'horizon supérieur, vers une diminution de la biomasse microbienne et de son activité dans les planches permanentes. La dégradation de l'état structural dans cette modalité crée donc des conditions de milieu moins favorables à l'activité biologique.

La minéralisation potentielle de l'azote mesurée au laboratoire, inférieure pour la modalité "PP", est cohérente avec les mesures d'azote nitrique réalisées au champ (voir 3.3).

3.5 RESULTATS SUR L'EVOLUTION DES ANALYSES DU "BRDA-HERODY"

Ces analyses ont été réalisées en complément des analyses classiques, sur les mêmes horizons et à la même date.

Paramètres chimiques

Horizon	Itinéraire	CF	fines	Fer L	Fer A	AT	% Mg	Mn1	Mn2	P	K	Mg	Al
0-25 cm	Classique	1,4	17%	30	40	8	15	0	0	1	5	5	0
	PP	1,3	17	30	40	8,1	15	0	0	1	5	5	0
25-50 cm	Classique	1,5	19	25	30	8,2	15	Ox	Ox	1	4	5	0
	PP	1,5	19	25	30	8,1	15	Ox	Ox	1	5	5	0

Il n'y a aucune différence entre les modalités sur les différents paramètres mesurés.

Matières organiques

Horizon	Itinéraire	MTO	HS	MOF	3 F	Ni-Ni
0-25 cm	Classique	4,3	3,6	16 %	1,2	120
	PP	4,3	3,6	16 %	1,25	170
25-50 cm	Classique	3,7	2,9	22 %	1,3	105
	PP	3,9	3,0	22 %	1,25	125

Les analyses montrent une augmentation nette du compartiment de matières organiques insolubilisées ("Ni-Ni" pour "Ni minéralisées, Ni humifiées") dans la modalité "planche permanente", notamment dans les 25 premiers centimètres. Cette différence s'explique par un défaut d'activité biologique dans cette modalité, ce qui est cohérent avec l'analyse biologique du laboratoire Célesta (3.4).

3.6 RESULTATS SUR LES TEMPS DE TRAVAUX

Les temps de travaux sont exprimés en minutes/planche de culture de 50 m de long. Ne sont comptabilisés que les interventions spécifiques à la préparation de sol, qui seules diffèrent sur les 3 années de suivi :

	Itinéraire "Classique"	Itinéraire "Planches Permanentes"	Réduction (%) sur PP
Courges 2005	14,2 min/planche	13,9	2 %
Melon 2006	14,2	13,4	6 %
Oignons 2007	12,7	10	21 %

On a donc une petite diminution du temps passé aux opérations de travail du sol sur l'itinéraire planches permanentes. Le "MTC5", non animé par la prise de force, permet en effet des vitesses d'avancement plus importantes (de 3 km/h avec les disques de buttage à 8 km/h sans les disques) que la herse rotative. Les interventions étant globalement peu nombreuses sur cet essai, on est loin de la diminution de temps de travail obtenue au GAEC des Jardins du Temple, suivi par la Serail, où on atteint -30% de temps de travaux en moyenne sur 6 ans sur les planches.

4. CONCLUSIONS.

La première conclusion de ce travail est de montrer que la suppression du labour en maraîchage biologique est tout à fait envisageable. En effet, les résultats obtenus sur l'itinéraire "Classique", qui ne voit que l'utilisation du Bio 2000 (griffon) et de la herse rotative, donne des résultats tout à fait satisfaisants que ce soit en terme d'évolution des paramètres de la fertilité du sol que de résultats culturaux.

Le travail du sol en planches permanentes, dans les conditions de l'essai, se traduit par une structure de sol globalement plus tassée, avec des profils plus massifs et une proportion de mottes tassées (type Δ) plus importante. Ce n'est pas le cas de tous les sites où l'expérience a été conduite. L'adaptation des

itinéraires et du matériel utilisé sur les planches en fonction des conditions pédo-climatiques et des cultures est donc le point clé de la réussite de cette technique. Sur notre site d'étude dont la particularité est d'avoir un sol très sensible aux phénomènes d'"auto-tassement", l'effort doit donc être accru les années à venir sur la mise au point d'un itinéraire de préparation de sol qui permette de rétablir, puis d'entretenir, une structure de sol favorable.

L'essai montre que rapidement, la dégradation de l'état structural se traduit par une évolution négative de la plupart des paramètres mesurés : diminution de la fertilité chimique (phosphore et potasse), de l'activité biologique (activité de la biomasse microbienne) et moins bons résultats culturaux (moindre exploration racinaire, déformation des légumes racines, et rendements inférieurs).

Il convient donc de préciser dans les années à venir la faisabilité de la technique des planches permanentes dans ce type de sol.