



TRAVAIL DU SOL EN PLANCHES PERMANENTES Bilan de 4 années d'essai

Rédacteur : Grébert David

Mise en œuvre : Station Expérimentale Pôle Légumes Région Nord

Partenariat : Groupe de travail national ITAB (projet CASDAR) pour les 2 dernières années

I. BUT ET OBJET DE L'ESSAI

- Evaluer trois itinéraires de travail du sol mettant en jeu les outils actuellement disponibles et pouvant être appliqués aux cultures légumières, en termes de résultats agronomiques et de répercussions sur la fertilité du sol.
- Evaluer les difficultés de mise en œuvre en agriculture biologique, d'un itinéraire en technique simplifiée en planches fixes sans labour (et sans retournement) (faisabilité /limites et contraintes).

II. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

A) Modalités

- 3 modalités étudiées
 - 1 itinéraire type "culture de plein champ" : Labour outil animé (herse rotative)
 - 2 itinéraires type "maraîchage" : Rotobêche et cultirateur
 - 3 itinéraires "planche permanente" : Actisol essentiellement, outil de surface à dents en priorité.
- Parcelles élémentaires de 4 planches de 35 x 1.5 ml, soit 210 m².
- 3 répétitions.

B) Méthode statistique employée

Pour les résultats culturaux : Contrôles de 4 placettes sur les 2 planches centrales par modalité et par bloc, analyse du dispositif comme un essai à 3 facteurs en bloc.

Pour les analyses et observations sur sol : une valeur par modalité et par bloc, analyse de variance au seuil de 5 %, test de Newman Keuls.

C) Mesures effectuées

• Observations annuelles de 2003 à 2007

Résultats culturaux (rendements, qualité, population)

Suivi Enherbement (Quantités, espèces présentes)

• Etat initial, état intermédiaire et bilan final

Fertilité chimique (analyses de sol, éléments fertilisants, fractions organiques)

Fertilité physique (profils de sols méthode GAUTRONNEAU)

Fertilité biologique au bilan final (analyses biomasse et activité microbienne)

Approche globale de la fertilité (analyses BRDA HERODY)

III. MISE EN OEUVRE

B) Historique de la démarche

- Constats par rapports au travail du sol classique

Depuis longtemps, certains agrobiologistes ont remis en cause le labour, en tout cas le labour profond enfouissant et diluant les matières organiques. Des techniques alternatives au labour et à l'utilisation d'outils animés par la prise de force, ont peu à peu émergées.

L'itinéraire Rotobêche associé à une reprise cultirateur au printemps s'est développé dans nos régions en remplacement du labour.

L'intensification des systèmes de cultures ainsi que l'échelonnement de cultures ont tendance à engendrer :

- une multiplication des actions de travail du sol,
- des interventions dans les conditions pas toujours bonnes (sols humides et froids, rapidité du travail du sol, besoins de puissance),
- un tassement, des problèmes de développement, une hétérogénéité des cultures, une mauvaise qualité d'implantation.

Ces conséquences peuvent remettre en cause les pratiques classiques de travail du sol.

• Historique de la mise en place des planches permanentes

Sur les bases de réflexions de Mr KEMINK Hans (travail en billons) et les travaux de Mr WENS Mansfred en grandes cultures, la première mise en place de buttes en planches permanentes est réalisée par MUSSLER Hubert.

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'outil à dent,
- formation et maintien de la butte avec des disques.

En vue d'une réflexion avec un groupe de maraîcher, un voyage est organisé en Allemagne avec l'association soin de la terre en 2002.

2003 : Essai dans le cadre du programme régional d'expérimentation 2000 2007.

Démarrage de l'expérimentation sur la station Pôle Légumes Région Nord par la mise en place des 3 itinéraires techniques planches permanentes, rotobêche et labour.

Achat de l'Actisol en 2003 pour le travail en planches.

B) Type de sol

Le sol est de type limon argilo-sableux caractérisé de "lourd" à tendance hydromorphe, présentant une porosité texturale faible non battant. Par contre, sol capable de se régénérer naturellement aux agressions (passage d'outils) sous l'action du climat par la présence importante de fissures. La CEC est grande pouvant fixer beaucoup d'éléments (Moy CEC 17.98 meq/100 g de terre fine) mais les retenant fermement. PH est élevé (8.2) avec une réserve calcique importante. La réserve en éléments chimique est importante. La matière organique est correcte (autour de 25 %).

C) Rotation 2003 2007

2003 : Navets ronds violets

2004 : Carottes de conservation

2005 : Pois de conserverie + engrais vert phacélie pour la période d'interculture

2006 : Oignons jaunes

2007 : Navets longs de type croissy

D) Outils utilisés

Itinéraire type "culture de plein champ"



Itinéraire type "maraîchage"



Itinéraire planche permanente



L'outil de base pour le travail en planche permanente est l'actisol équipé de disques concaves pour la formation des planches et de différentes dents selon les interventions à effectuer (travail superficiel, ameublissement, buttage) : ici, sur la photo actisol équipé de dents à ailette pour du travail superficiel. Pour des cultures qui demandent des lits de semences relativement fins, on pourra faire appel à des outils rotatifs à l'exemple du cultirateur.

E) Itinéraires techniques de travail du sol réalisés

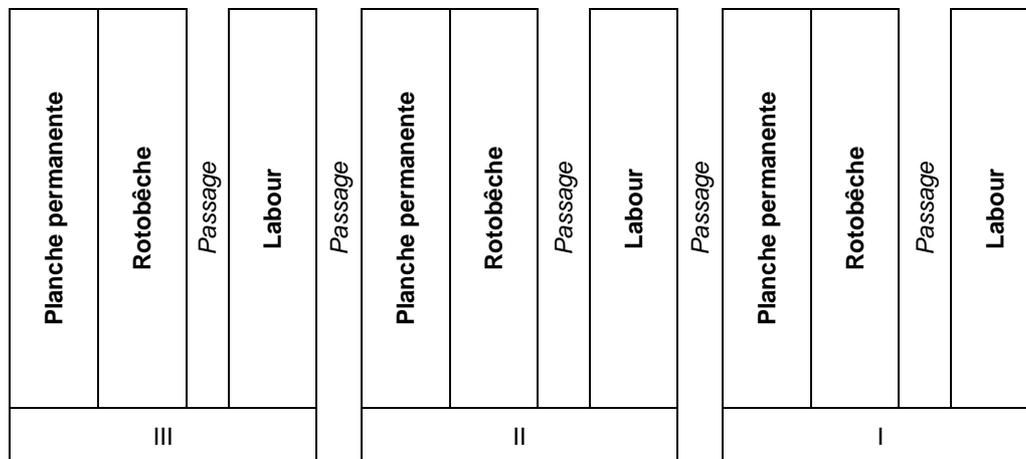
Les interventions de travail du sol sont différents d'une année sur l'autre.
En règle générale, l'itinéraire demande quelques interventions supplémentaires notamment en matière de déchaumage et entretien des cultures.

A titre d'exemple, voici les interventions réalisées en 2006 hors désherbage en culture.

Planche fixe			Itinéraire plein champ			Itinéraire maraîcher		
Opération	Vit. km/h	Temps /ha	opération	Vit. km/h	Temps /ha	opération	Vit. km/h	Temps /ha
Ameublissement	5,1	1,96	Labour	4,2	2,38	Rotobèche	1,2	8,33
Formation des planches	4,5	2,22	Herse Rotative	2,6	3,84	Cultirateur	1,5	6,66
Herse étrille	6,8	1,47	Herse Rotative	2,6	3,84	Déchaumage	10	1
Herse étrille	6,8	1,47	Déchaumage	10	1	Déchaumage	10	1
Déchaumage	10	1	Fissuration	3,4	2,94	Déchaumage	10	1
Fissuration	3,4	2,94	Déchaumage	10	1	Déchaumage	10	1
Déchaumage	10	1	Déchaumage	10	1			
Déchaumage	10	1	Déchaumage	10	1			
Déchaumage	10	1						
Temps total/ha		14,06			17			18,99

Pour 2006, l'itinéraire planche permanente permet un gain de temps autour de 17 % sur le plein champ et 25 % sur l'itinéraire maraîcher essentiellement liée à la rotobèche et cultirateur. Néanmoins ce constat est à prendre avec prudence car ce gain est largement compensé par le temps de désherbage supplémentaire lié à l'itinéraire

IV. PLAN D'ESSAI



Prélèvements sur 2 planches centrales/modalité/répétition

V. RESULTATS

A) Résultats culturaux

Les résultats culturaux obtenus depuis 2003 sont présentés dans les tableaux suivants.

➤ 2003 : Navets ronds violets

	Nbre levée /ml	Rendement T/ha	N en brut /m ²	Rendement comm/ha	N en comm /m ²	% pertes de population
Planche permanente	21.4 a	35.4	40.2	32.2 a	25.1 a	29.7
Plein champ labour	20.7 a	33.4	34	33.7 a	23.3 a	32.3
Maraîchage rotobèche	18.74 b	29.0	34.2	25.9 b	19.1 b	31.5
Analyses	S P 0.015 ET 0.61.	NS	NS	HS P 0.003 ET 1.09 t	HS P 0.0097 ET 1.18	NS

➤ 2004 : Carottes de conservation

↪ Analyse à la levée et à la récolte :

	N/ ml levée	N/ml à la récolte
Planche permanente	19.8 b	20.4 b
Plein champ labour	25.9 a	24.6 a
Maraîchage rotobèche	25.3 a	26.8 a
Analyses	S P 0.037 ET 1.97	S P 0.02 ET 1.57

↪ Analyses rangs de bordure et rangs centraux en nombre de racines exprimées en % (analyse de variance après transformation angulaire arcsinus) :

		%	Petits	Fourchus	Fendus	Eboutés	Cat I
Rangs centraux	Planche permanente		19.7	2.5	3.3	1.7	72.8
	Plein champ labour		30.9	3.7	3.0	2.5	59.9
	Maraîchage rotobèche		29.9	2.4	0.1	4.4	63.1
	Analyses		NS	NS	NS	NS	NS
Rangs de bordure	Planche permanente		29.9	16.8 a	1.9	5.9	45.5 c
	Plein champ labour		26.3	6.3 b	1.0	7.0	59.3 b
	Maraîchage rotobèche		18.8	2.7 b	1.2	6.0	71.3 a
	Analyses			S P 0.03 ET 4.1			HS P 0.005 ET 2.28

↪ Analyse du rendement T/ha exprimé dans les différentes approches :

		T/ha	Petits	Fourchus	Fendus	Eboutés	Cat I
Rangs centraux	Planche permanente		5.1	2.3	2.0	1.3	52.3
	Plein champ labour		6.0	4.4	0.2	2.3	48.2
	Maraîchage rotobèche		7.2	2.0	0.1	4.6	50.3
	Analyses		NS	NS	NS	NS	NS
Rangs de bordure	Planche permanente		6.2	13.5 a	1.9	3.5	36.4 b
	Plein champ labour		6.6	6.1 b	1.0	6.2	53 a
	Maraîchage rotobèche		4.7	2.9b	1.2	5.9	63.5 a
	Analyses		NS	S P 0.02 ET 2.7	NS	NS	S P 0.026 ET 7.18
Ensemble parcelle	Planche permanente		5.7	7.9 a	1.9	2.4	44.4
	Plein champ labour		6.3	5.3 ab	0.6	4.2	50.6
	Maraîchage rotobèche		5.9	2.5 b	0.7	5.3	56.9
	Analyses		NS	S P 0.041 ET 1.7 t	NS	NS	NS

↪ Analyse sur le niveau d'enherbement avec changement de variable : $\sqrt{N/m^2}$

Itinéraire	Total adventices	Chénopode	Capselle	Séneçon	Laiteron	Morelle	Mouron
Plein champ labour	28,5	6,7 (b)	7,9	4,4	3,2	4,2	0,5
Maraîchage rotobèche	52,5	12,5 (a)	3,5	4,2	5,3	20,6	3,0
Planche permanente	45,1	7,2 (b)	7,2	3,9	5,1	7,4	8,3
	NS	S p=0,04	NS	NS	NS	NS	NS

➤ 2005 : Pois de conserverie

	% levée	Rendement T/ha	Enherbement N/m ²
Planche permanente	71.6 b	5.3 ab	966 a
Plein champ labour	87.7 a	8.89 a	81 b
Maraîchage rotobèche	81.4 ab	5.78 b	823 a
Analyses	S P 0.035 ET 3.4	S P 0.019 ET 0.926t	HS P 0.002 ET 2.7 après changement variable

➤ 2006 : oignons jaunes

	% pourris	% pertes (< 40 + pourris + montée)	Rendement T/ha	Rendement > 40	Enherbement N/m ²
Planche permanente	3.94	21.57	21.19	19.54	619 a
Plein champ labour	6.66	18.25	25.02	23.81	332 b
Maraîchage rotobèche	4.93	22.09	20.85	19.29	837 a
Analyses	NS	NS	NS	NS	S P 0.02 ET 128.6N/m2

➤ 2007 : Navets longs de type croissy

↪ Analyse à la levée et à la récolte :

	N/ ml levée
Planche permanente	18.29
Plein champ labour	18.37
Maraîchage rotobèche	20.37
Analyses	NS

↪ Analyse du rendement T/ha exprimé dans les différentes approches :

		Déchets	Eboutés	Cat I	Rendement brut total
Rangs centraux	Planche permanente	7	6.6	26.3	40.9
	Plein champ labour	5.1	11.9	34.2	53.4
	Maraîchage rotobèche	6	7.4	34.6	48
	Analyses	NS	NS	NS	NS
Rangs de bordure	Planche permanente	6.3	14.4	31.1	55
	Plein champ labour	5.6	13.0	38.2	58.5
	Maraîchage rotobèche	5.1	16.2	39.6	62.2
	Analyses	NS	NS	NS	NS
Ensemble parcelle	Planche permanente	6.6	10.5	28.7 b	48.0
	Plein champ labour	5.3	12.4	36.2 a	55.9
	Maraîchage rotobèche	5.5	11.8	37.1 a	55.1
	Analyses	NS	NS	S	NS

↳ Analyse sur le niveau d'enherbement :

Itinéraire	Total adventices	laiteron	morelle
Plein champ labour	186 b	43	112 b
Maraîchage rotobêche	572 a	67	463 a
Planche permanente	788 a	140	595 a
Analyses	S P 0.02	NS	

En 2003, année de mise en place de l'essai et première culture avec différenciation des pratiques de travail du sol, les résultats sont supérieurs à la planche permanente. Dès 2004, la tendance s'inverse et les résultats issus de la pratique des planches permanentes sont inférieurs à ceux obtenus avec un travail classique essentiellement lié à une forte pression adventices.

B) Fertilité physique

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

1. Etat initial

Horizon superficiel (H1) : Structure de type fragmentaire, sans prise en masse avec la présence de nombreuses petites mottes non tassées.

Horizon (H2) : Horizon de reprise de labour, plus motteux, sans prise en masse.

Horizon (H6) : Présence de mottes plus tassées avec une proportion de mottes Δ à hauteur de 30 %, moins de racines en dessous de 30 cm.
Présence de quelques gleys à certains endroits.

Horizon (P1) : Horizon non travaillé.
Structure fragmentaire, bonne porosité.
Début d'hydromorphie à 80 cm mais sans couleur bleue d'asphyxie.

2. Etat intermédiaire (profil 2004)

En terme de comparaison, pour les 3 itinéraires :

- ↳ l'horizon de surface (HO) présente une bonne porosité avec la présence de petites mottes. Très légère croûte de battance avec présence de nombreux turricules de vers de terre.
- ↳ l'horizon (H1) présente un pourcentage de terre fine plus important. Sol marqué par le passage d'un outil et présence de mottes compactes sur l'itinéraire planche permanente.
- ↳ L'horizon (H6) présente principalement un enracinement de fissures. La modalité "rotobêche" génère un horizon plus favorable à l'implantation des cultures avec la présence de zones très aérées avec d'abondants chevelus racinaires.
Par contre, la modalité "planche permanente" semble la moins favorable avec une proportion de mottes tassées (Δ) plus nombreuses et un enracinement essentiellement de fissures. L'incidence des passages de roues est fortement marquée sur les côtés de la butte avec une présence de blocs importants.
- ↳ L'horizon (P1) zone non travaillée, bonne structure pour les 3 modalités. Les observations réalisées par ce profil montrent globalement une structure plus dégradée sur la modalité "planche permanente" avec une incidence forte des passages de roues sur les côtés de la butte. L'activité intense dans ce type de sol de "gonflement retrait", entraînant des fissures importantes, n'est pas suffisante à elle seule pour régénérer le sol.

3. Etat final

En terme de comparaison pour les 3 itinéraires :

- l'horizon de surface (H1) : légère croûte de battance avec présence de terre fine supérieure aux mottes ainsi que présence de petites fissures.
- l'horizon (H6) : présence principalement de fissures. Comme en 2004, l'itinéraire "rotobêche" génère un horizon plus favorable à l'implantation des cultures. La modalité "planche permanente" semble la moins favorable avec une compaction accentuée par rapport à 2004 (présence de blocs). Par contre, l'effet des passages de roues sur les côtés de la butte est moins prononcé. On notera également une reprise plus facile au printemps pour la modalité "planche permanente".
- En conclusion, la restructuration "naturelle" du sol n'est pas perceptible. L'activité vers de terre est "fébrile" dans ces conditions. Le travail du sol en "planche permanente" doit être adapté et réfléchi en fonction des sols et des possibilités d'intervention (travail en profondeur, engrais vert, buttage).

C) Fertilité chimique

Des analyses d'échantillons de sols prélevés en juillet 2006 par modalité et par bloc ont été effectuées par le laboratoire AGREN (caractéristiques chimiques) et ALMATERRA (matières organiques.)

↳ Paramètres chimiques :

	PH	Ca total	N total	P205	K20	Ca0	Mg0
Planche permanente	8.2	13.2	1.7	0.86	0.53	8.07	0.26
Plein champ labour	8.2	14.4	1.5	0.84	0.50	7.94	0.26
Maraîchage rotobêche	8.2	10.8	1.6	0.79	0.52	7.70	0.27
Analyses	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Aucune différence n'apparaît sur l'évolution des paramètres chimiques de sol, après 4 années de différenciation de travail de sol.

↳ Matières organiques :

Les analyses ont porté sur la matière organique totale ainsi que sur les différentes fractions granulométriques.

	Mo %	C g/kg	N g/kg	C/N
Planche permanente	25.6	14.81	1.7	8.8
Plein champ labour	23.7	13.65	1.5	8.8
Maraîchage rotobêche	24.2	13.97	1.6	8.8
Analyses	NS	NS	NS	NS

Aucune différence significative sur carbone totale et donc le taux de MO totale (légère augmentation en planche permanente). L'azote est plus élevé en planche permanente.

	MO libre /rapide			MO liée /très lente		
	% C total	% N total	C/N	% C total	% N total	C/N
Planche permanente	23.33	13.73	14.83	76.66	86.26	7.7
Plein champ labour	21.46	12.93	15.03	78.53	87.06	8.13
Maraîchage rotobêche	22.90	13.4	15.16	77.1	86.6	7.93
Analyses	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Aucune différence significative entre les itinéraires ,par contre une légère tendance à l'augmentation du taux de carbone et azote dans la fraction matière organique rapidement fermentescible sur la partie planche permanente

D) Fertilité biologique

Des analyses biologiques d'échantillons de sols prélevés en juillet 2006 ont été effectuées par le laboratoire ALMATERRA.

	Biomasse microbienne		Activité de la biomasse microbienne				
	MgC/kg	% C	C min Mg/kg/28 j	Indice min C	N min Mg/kg/28 j	Indice Min N	Unités N Min /an
Planche permanente	554 a	4.5 a	369	3	29	2	152
Plein champ labour	442 b	3.5 b	288	2.3	20.2	1.4	106
Maraîchage rotobêche	454b	3.6 b	292	2.3	22.1	1.5	116
Analyses	S P 0.019		NS	NS	NS	NS	NS

Une plus forte quantité de biomasse microbienne pour la modalité planche permanente corrélée à une plus forte quantité de carbone potentiellement minéralisable et à un plus fort taux de minéralisation du carbone. La MO est donc plus facilement dégradable soit parce que plus exposée à la dégradation et/ou qualitativement différente.

On observe également les mêmes tendances pour l'azote potentiellement minéralisable. La modalité planche permanente présente la plus forte teneur en azote potentiellement minéralisable expliquée principalement par une plus grande disponibilité de l'azote organique du sol.

E) Analyses BRDA HERODY

L'approche BRDA HERODY a été réalisée pour compléter les résultats analytiques et les observations de terrain

↳ En surface :

Paramètres chimiques

	CF	% Fines	Fer I	Fer A	% AT	% mg	Mn 1	Mn 2	P	K	Mg	Al
Planche permanente	3.9	32	5	50	1.6	12	0	1.5	5	5	2	0
Plein champ labour	3.6	31	5	50	1.7	22	1.5	1.5	5	5	3	0
Maraîchage rotobêche	3.6	29	5	50	1.6	22	1.5	1.5	5	5	3	0

Il n'y a pas de différence apparente marquée entre les 3 modalités sur les paramètres chimiques

Matières organiques

	MTO	HS	% MOF	3 F	NiNi
Planche permanente	3.5	3	14	0.5	200
Plein champ labour	3.2	2.8	14	0.55	170
Maraîchage rotobêche	3.4	2.9	16	0.75	170

Quelques tendances semblent se dessiner sur les matières organiques.

La planche permanente tendrait à augmenter la matière organique totale mais les fractions organiques stables (HS) et insolubilisé (NINI) sont en augmentation au détriment de la fraction fermentescible (MOF).

↳ En profondeur

Paramètres chimiques

	CF	% Fines	Fer I	Fer A	% AT	% mg	Mn 1	Mn 2	P	K	Mg	Al
Planche permanente	4.2	29	5	40	1.8	15	1	1	4	0	3	0
Plein champ labour	4.2	30	5	40	2	20	1	1	4	0	3	0
Maraîchage rotobêche	3.9	32	5	40	2.4	19	1	1	4	1	3	0

Pas de différences marquées entre les itinéraires.

Matières organiques

	MTO	HS	MOF	3 F	NiNi
Planche permanente	2.4	1.8	23%	0.35	70
Plein champ labour	2.3	1.7	26%	0.3	85
Maraîchage rotobêche	2.2	1.7	23%	0.35	75

La matière organique totale a tendance à baisser en profondeur, par contre la fraction fermentescible (MOF) a tendance à augmenter pour l'ensemble des itinéraires qui peut supposer un meilleur fonctionnement du sol en profondeur (Zones non tassées)

VI. CONCLUSION

Les résultats obtenus au cours des 5 années font ressortir que la pratique des "planches permanentes", telle qu'elle a été mise en œuvre dans notre contexte pédo-climatique, montre les constats suivants :

- une non maîtrise de l'enherbement (problèmes identiques sur l'itinéraire "rotobêche" entraînant des pertes quantitatives et qualitatives sur les cultures).
- Des difficultés pour la destruction et l'incorporation des résidus de récoltes avec des outils à dents (actisol).
- Une structure globalement plus dégradée sur les horizons inférieurs (H5 – H6) avec un état de compaction relativement important.

Par contre :

- un état de surface plus favorable à la reprise des sols au printemps
- une amélioration de l'activité biologique
- une augmentation du niveau de biomasse.

