


Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins

III. Mauvaises herbes, maladies fongiques et ravageurs

P. VULLIOUD¹, N. DELABAYS¹, P. FREI et Edith MERCIER, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, CH-1260 Nyon 1

 E-mail: info@rac.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 444.

Résumé

Les conséquences à long terme de différentes méthodes de culture sans labour, sur un sol argileux et sur un sol limoneux, sont étudiées depuis 35 ans à Changins (VD, 430 m). Le labour (travail classique à environ 25 cm) y est comparé au chisel (25-30 cm), au cultivateur (10-15 cm) et au travail minimal (herse rotative à 7-10 cm), parfois remplacé par le semis direct.

De 1991 à 2003, on observe une augmentation générale du stock semencier. Elle est cependant plus forte dans les procédés non labourés qu'en labour. Aucune relation systématique entre l'abondance relative des espèces de mauvaises herbes annuelles et les procédés de travail du sol n'est apparue, sauf pour le groupe colza (*Brassica napus*) et moutarde des champs (*Sinapis arvensis*) qui diminuent significativement dans le procédé travail minimal. Grâce à un désherbage chimique ciblé, les espèces pérennes n'ont pas posé de problèmes.

Parmi les maladies cryptogamiques, la fusariose du blé (*Fusarium gramineum* et *F. poae*) s'est peu manifestée grâce à l'utilisation d'une variété peu sensible et à un climat régional peu favorable. Sur colza, les attaques de phoma (*Phoma lingam*) n'ont pas été différentes d'un procédé de travail du sol à l'autre. En revanche, lors d'une forte attaque de sclérotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum*), les procédés non labourés ont été plus atteints. Les insectes nuisibles et les limaces ont été maîtrisés par des interventions biologiques ou chimiques sur l'ensemble des procédés expérimentaux.

Matériel et méthodes

Les essais, qui se poursuivent actuellement, ont été mis en place en 1969 à Changins (VD, 430 m) sur une parcelle comprenant deux types de sol: une partie argileuse (A: 51% d'argile, 22% de silt, 27% de sable, 4,8% de matière organique) et une partie limoneuse (L: 27% d'argile, 44% de silt, 19% de sable, 2,5% de matière organique). L'essai sur sol argileux comprend trois répétitions et celui sur sol limoneux, quatre. La rotation pratiquée est: colza d'automne - blé d'automne - maïs grain - blé d'automne. En 1993 et en 2001, les conditions climatiques particulièrement défavorables de l'automne n'ont pas permis de semer du blé d'automne après le maïs; il a fallu y substituer un blé de printemps. Les essais ont été aménagés selon un dispositif expérimental de type «strip-plot» (Gomez et Gomez, 1984) comprenant, pour les deux différents sols étudiés, quatre procédés principaux de 320 m² et deux sous-procédés de 160 m² présentés dans le tableau 1. La préparation du lit de semences a été adaptée aux conditions de l'année et a évolué au cours du temps en fonction des matériels disponibles.

La pluviométrie annuelle sur le site de Changins est de 953 mm (moyenne de 30 ans), très irrégulièrement répartie tout au long de l'année.

Introduction

Les méthodes de culture sans labour ont été développées dans le but de simplifier le travail du sol, de réduire les coûts de production agricole et d'assurer durablement la conservation des sols. Il s'agit prioritairement de limiter le ruissellement des eaux et les risques d'érosion par des techniques de travail appropriées, laissant un maximum de résidus de récolte en surface (Tebrügge et Düring, 1999). Les techniques de culture sans labour répondant à ces objectifs sont rassemblées dans le concept

de «travail de conservation du sol» qui correspond au «conservation tillage» du monde anglophone. On parle aussi couramment de «pseudo-labour» ou de «techniques culturales simplifiées» lorsque le travail du sol est réalisé par tout autre engin que la charrue.

Le premier volet d'une série de publications faisant le point sur l'expérimentation conduite à Changins depuis 1969 portait sur l'évolution du rendement des cultures (Vulliod et Mercier, 2004). Un second volet faisait état des propriétés chimiques et physiques du sol (Vulliod *et al.*, 2005). Cette troisième partie s'inscrit dans le prolongement des travaux publiés par Maillard et Vez (1993) ainsi que Mayor et Maillard (1995).

Interventions phytosanitaires

Les herbicides sélectifs, utilisables sur les cultures, ont été choisis en fonction de la flore adventice à maîtriser et ont été appliqués indifféremment sur tous les procédés. En revanche, les traitements pratiqués entre deux cultures avec des herbicides non sélectifs (glyphosate ou glufosinate) ont été limités aux procédés non labourés. La statistique des interventions se trouve dans le premier volet de la publication (Vulliod et Mercier, 2004).

Les interventions contre les insectes n'ont pas été différenciées selon les procédés. Elles se limitaient généralement à une ou deux interventions sur le colza et à deux

¹Avec la collaboration technique de L. Deladoey, P. Jaquier et G. Mermillod.

Tableau 1. Détail des procédés expérimentaux.*

Procédés principaux	Sous-procédés
1. Labour 25-30 cm de profondeur de travail du sol (≤ 25 cm depuis 1995)	1969 -1973: O. Référence : non sous-solé. P. Sous-solage : avant maïs et colza, environ 60 cm de profondeur, avec boulet de drainage-taupe.
2. Chisel , jusqu'en 2003 25-30 cm de profondeur de travail du sol. Décompacteur à ailettes , dès 2004 25-30 cm de profondeur de travail du sol, complété par une herse rotative à axe horizontal (5 - 8 cm de profondeur de travail) pour la préparation simultanée du lit de semences.	1974 - 1991: O. Référence : fumure azotée selon les normes. P. Fumure azotée renforcée : + 30 kg N/ha.
3. Cultivateur à dents rigides 10-15 cm de profondeur de travail du sol; de 1969 à 1981, le travail a été réalisé avec différentes machines travaillant à une profondeur comparable.	Depuis 1992: O. Référence : paille de blé récoltée**. P. Paille de blé hachée** , laissée sur le champ et incorporée au sol selon procédé principal.
4. Travail minimal 5-10 cm de profondeur de travail du sol; occasionnellement semis direct pour le blé et le colza, semis sur bandes fraisées pour le maïs.	

*Dispositif expérimental en strip-plot. **Les résidus de récolte de colza et de maïs-grain sont systématiquement hachés et laissés sur le champ.

distributions de capsules de trichogrammes sur le maïs.

Aucun fongicide n'a été appliqué sur le colza, exceptionnellement sur le blé en cas de forte attaque de piétin-verse. Le risque de verse du blé a été limité, lorsque nécessaire, par l'application d'un régulateur de croissance.

Les limaces ont été maîtrisées par l'application d'un molluscicide au semis et à la levée du colza et du maïs.

Stock semencier

Les prélèvements ont été réalisés à une profondeur de 20-25 cm, à l'aide d'une sonde «Bieri» de 5 cm de diamètre dans une répétition par procédé pour chacun des deux types de sol. Une cinquantaine d'échantillons par procédé ont été prélevés pour représenter une surface de plus de 1000 cm², nécessaire pour déterminer le stock grainier de manière représentative selon Benoit *et al.* (1989). Les échantillons sont lavés à travers deux tamis avec des mailles de respectivement 4 et 0,25 mm. La fraction comprise entre ces deux maillages, qui contient les graines, est étalée sur un voile de Tergal, dans des terrines de 12,5 x 10 cm, remplies de terre stérilisée. Pour la germination des graines, les terrines sont installées dans une salle climatisée avec un cycle comprenant quatorze heures d'éclairage à 21 °C et dix heures d'obscurité à 18 °C. Durant huit semaines, les plantules germées sont identifiées et dénombrées. Les terrines sont ensuite installées durant un mois à l'obscurité et à 4 °C pour lever des dormances éventuelles, puis remises en germination durant huit semaines dans les mêmes conditions.

Résultats et discussion

Mauvaises herbes

L'efficacité du désherbage a été évaluée par des notations visuelles ponctuelles; les résultats sont illustrés par les figures 1 et 2. Dans l'ensemble, les notes sont moins favorables en sol argileux qu'en sol limoneux. Cette différence d'efficacité des herbicides est vraisem-

blement liée à l'adsorption, par l'argile et la matière organique, des matières actives agissant par les sols. L'amélioration du désherbage du colza après 1974 est due à l'introduction

d'herbicides plus performants. Les relevés de 2003 et 2005 révèlent des difficultés croissantes dans la lutte contre les mauvaises herbes. En moyenne générale, les résultats des procédés sans

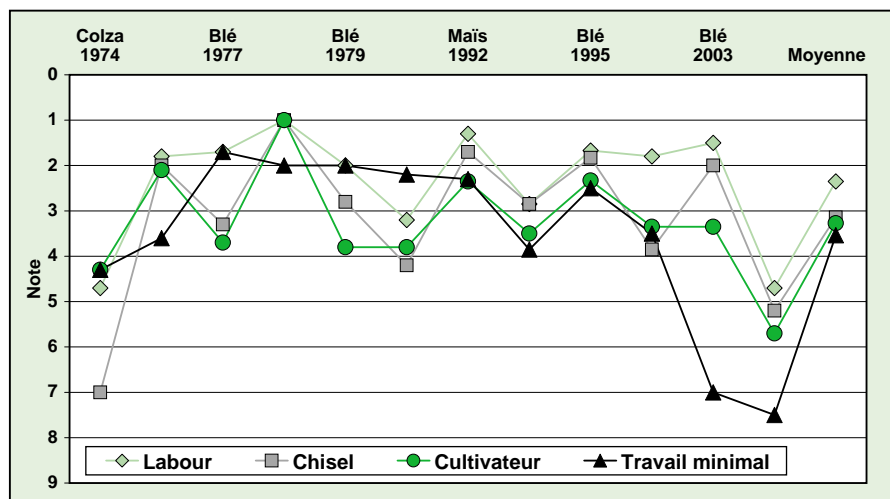


Fig. 1. Notes d'efficacité du désherbage sur sol argileux. 1 = meilleure note; 9 = note la plus mauvaise.

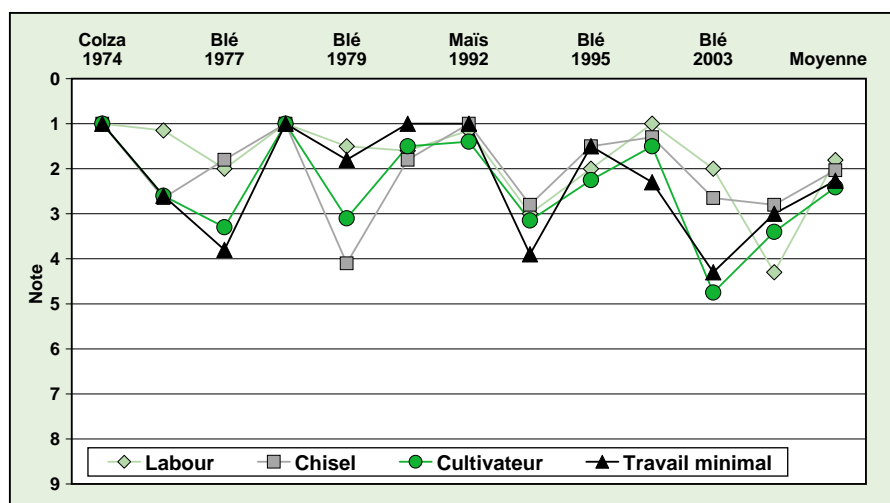


Fig. 2. Notes d'efficacité du désherbage sur sol limoneux. 1 = meilleure note; 9 = note la plus mauvaise.

labour sont légèrement moins bons que ceux du labour; le travail minimal en sol argileux se distingue plus nettement des autres procédés en 2003 et 2005. Cette relativement bonne maîtrise des adventices, dans ces essais, tient d'une part à la mise en œuvre des herbicides sélectifs les plus appropriés à la protection – cependant identique – des cultures des quatre procédés de travail du sol, et d'autre part à l'application assez régulière (en moyenne une année sur deux) d'un herbicide non sélectif avant la mise en place des cultures dans les procédés non labourés.

Devant la difficulté à quantifier objectivement la flore adventice apparaissant à la surface, compte tenu en particulier des effets de concurrence entre espèces ainsi que des interactions entre les cycles des cultures et ceux des mauvaises herbes, une approche a été tentée sur la base de la quantification du stock de semences viables dans le sol.

L'analyse de situation faite en 2003 (fig. 3) révèle d'une part que le stock semencier est plus important en sol limoneux qu'en sol argileux et, d'autre part, que ce stock semencier est d'au-

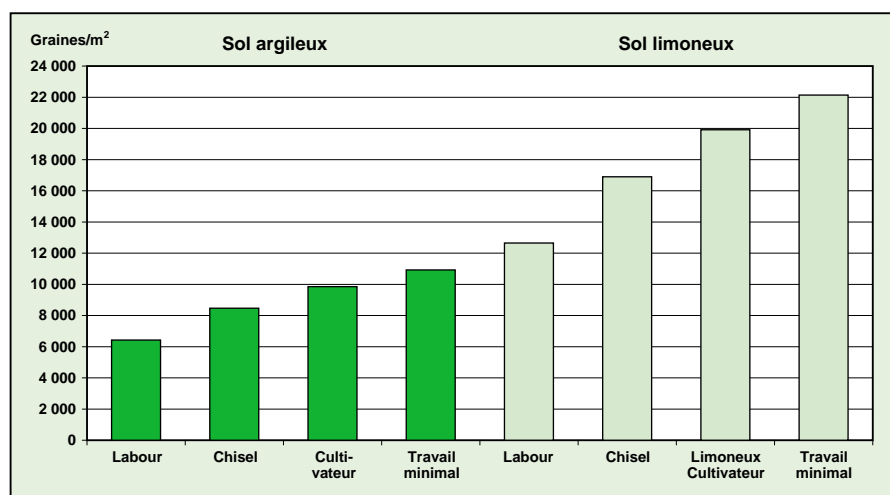


Fig. 3. Stock de semences viables dans le sol; situation en 2003.

tant plus important que le sol est moins travaillé: travail minimal > cultivateur > chisel > labour. Ce classement correspond assez bien aux observations sur la flore adventice apparente en surface. Le stock semencier tend à augmenter de 1981 à 2003 (fig. 4 et 5). Le fait que la rotation des cultures, sur l'essai, ne repose que sur trois espèces,

n'est pas étranger à ce phénomène, puisqu'un nombre restreint de cultures limite le choix des herbicides au long de la rotation.

L'évolution du stock semencier des huit principales espèces de mauvaises herbes annuelles, durant la période 1991-2003 (fig. 4 et 5), est difficile à caractériser et aucune relation claire

Principales espèces de mauvaises herbes rencontrées dans les essais

Espèces annuelles dans le stock semencier, de 1991 à 2003.

Nom latin	Code EWRS	Nom commun	Fréquence (1)
<i>Amaranthus retroflexus</i>	AMARE	Amarante réfléchie	++
<i>Anagallis arvensis</i>	ANGAR	Mouron rouge	+++
<i>Apera spica-venti</i>	APESV	Agrostide jouet-du-vent	+
<i>Arabidopsis thaliana</i>	ARBTH	Fausse arabette	+
<i>Brassica napus</i>	BRANA	Colza	+++
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	CAPBP	Capselle bourse-à-pasteur	+++
<i>Chenopodium polyspermum</i>	CHEPO	Chénopode polysperme	++
<i>Echinochloa crus-galli</i>	ECHCG	Panic pied-de-coq	+
<i>Linaria minor</i> ou <i>Chaenorrhinum minor</i>	LINMI	Petite linaire	++
<i>Matricaria chamomilla</i> ou <i>M. recutita</i>	MATCH	Matricaire	+++
<i>Myosotis arvensis</i>	MYOAR	Myosotis des champs	++
<i>Oxalis stricta</i> ou <i>O. fontana</i> ou <i>O. europeae</i>	OXAST	Oxalis raide	++
<i>Papaver rhoeas</i>	PAPRH	Coquelicot	+++
<i>Poa annua</i>	POAAN	Pâturin annuel	+++
<i>Poa trivialis</i>	POATR	Pâturin commun	++
<i>Sinapis arvensis</i>	SINAR	Moutarde des champs	+++
<i>Veronica persica</i> et <i>V. hederifolia</i>	VERSP	Véronique de Perse et v. à feuilles de lierre	++
<i>Viola arvensis</i>	VIOAR	Pensée des champs	+++

(1) Fréquence: +++ = espèce rencontrée systématiquement dans toutes les parcelles
 ++ = espèce rencontrée dans deux à trois parcelles sur quatre
 + = espèce rencontrée occasionnellement

Espèces pérennes

<i>Agropyron repens</i>	AGRRE	Chiendent rampant
<i>Cirsium arvense</i>	CIRAR	Chardon (cirse) des champs
<i>Convolvulus arvensis</i>	CONAR	Liseron des champs
<i>Equisetum arvense</i>	EQUAR	Prêle des champs

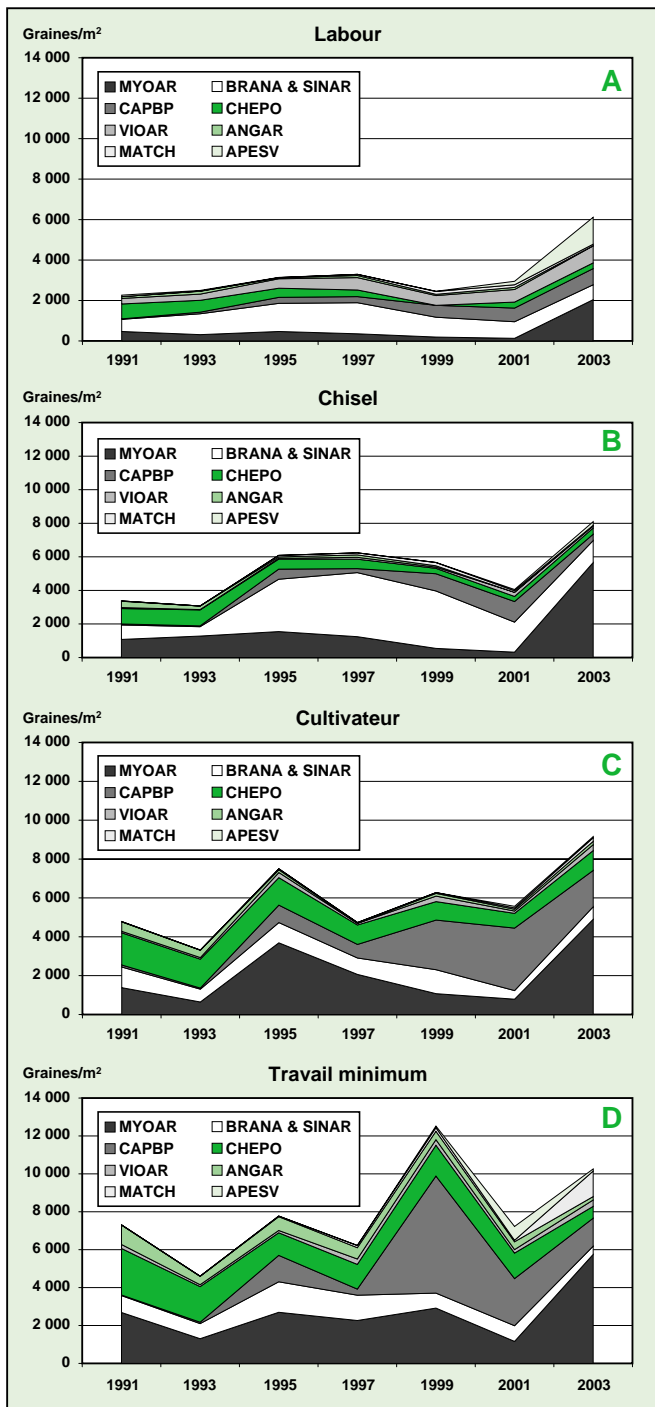


Fig. 4a à 4d. Evolution de 1991 à 2003 du stock semencier des huit espèces principales (abrégations, voir encadré) selon les procédés de travail du sol en sol argileux.

avec les procédés de travail du sol ne peut être dégagée. Les résultats de l'année 2003 semblent très particuliers mais ils correspondent bien avec la flore observable en surface. Cependant, seul le myosotis des champs (*Myosotis arvensis* Hill) paraît en augmentation dans tous les procédés, en particulier de 2001 à 2003; le classement des procédés est le suivant: labour < chisel < cultivateur < travail minimal. Lorsqu'on observe le pourcentage des quinze espèces énumérées dans l'encadré, lors

du dernier prélèvement, aucune correspondance logique ne peut être établie par rapport aux procédés de travail du sol, même pour *Myosotis arvensis* qui occupe une part de 20 à 80%. Le mode de prélèvement choisi a l'avantage d'assez bien caractériser chacune des parcelles analysées mais, étant limité à une seule des répétitions pour chacun des deux types de sol, aucune analyse statistique n'est possible pour évaluer la variabilité du stock semencier par espèces sur l'ensemble de l'essai. Toute-

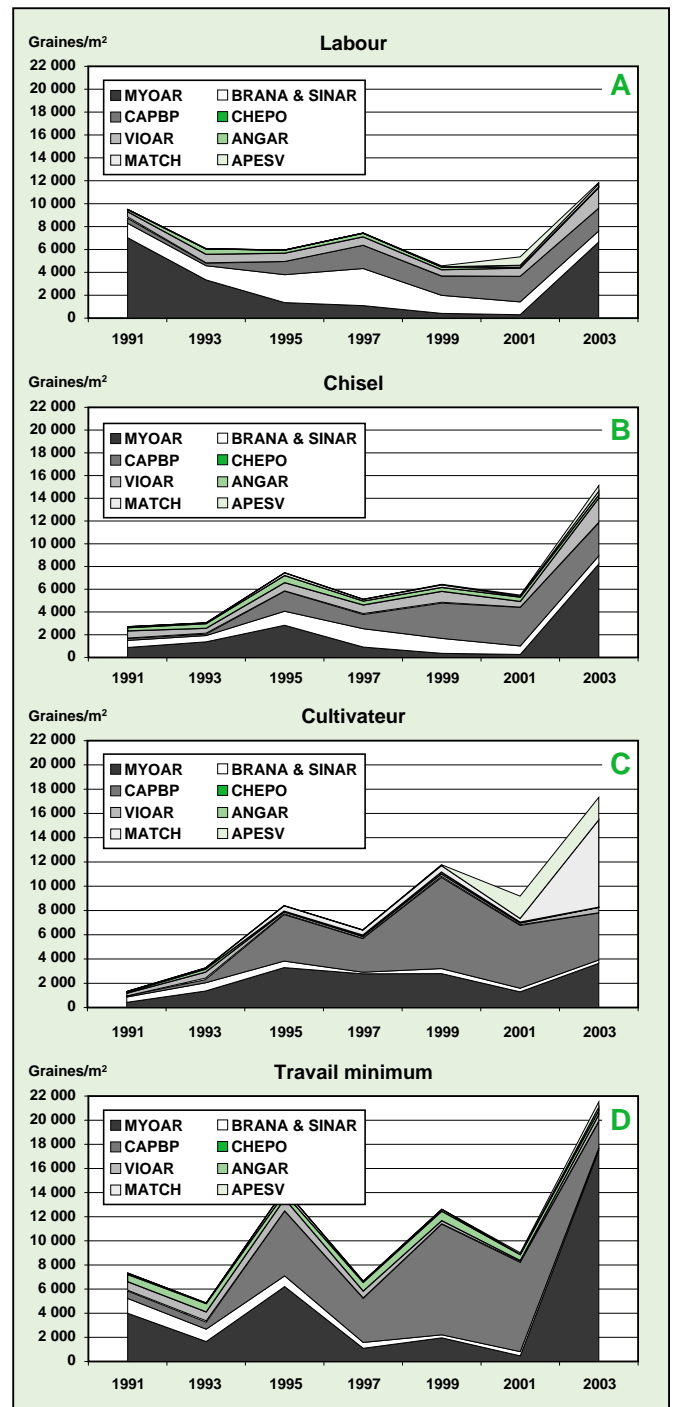


Fig. 5a à 5d. Evolution du stock semencier de 1991 à 2003 des huit espèces principales (abrégations, voir encadré) selon les procédés de travail du sol en sol limoneux.

fois, en considérant la moyenne des sept prélèvements, on peut noter que le duo colza/moutarde des champs (les deux espèces ont été groupées étant donné la difficulté de les identifier au stade plantule) était nettement défavorisé par le travail du sol minimum par rapport aux trois autres procédés travaillés plus intensivement. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que le travail minimal favorise la germination des graines qui germent naturellement de préférence très près de la surface du

sol alors que le travail plus profond les protège en les enfouissant.

Mayor et Maillard (1995) ont fait état d'une présence accrue de mauvaises herbes pérennes (*Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Agropyron repens* et *Equisetum arvensis*) ainsi que de repousses de la culture précédente dans les procédés non labourés. Les analyses de stock semencier effectuées de 1989 à 2003 révèlent une part totale des espèces pérennes qui dépasse rarement 5% de l'ensemble du stock. Cependant, le stock semencier en espèces pérennes est certainement un moins bon indicateur de présence potentielle en surface que les espèces annuelles. Les observations faites sur la flore de surface depuis 1989 n'ont pas révélé de problème particulier avec les espèces vivaces. L'utilisation régulière de glyphosate ou de glufosinate dans les procédés non labourés a permis une bonne maîtrise de ces espèces.

Les repousses de la culture précédente ont pu être éliminées soit par un travail du sol ciblé, très superficiel et répété si nécessaire, notamment après la récolte du colza, soit par un traitement herbicide non sélectif lorsque le travail du sol était contre-indiqué.

Felix et Owen (2001) n'ont pas observé d'influence du travail du sol sur le stock semencier. Moss et Cussans, cités par Thomas (2005), démontrent que, dans des procédés non labourés (techniques culturales simplifiées), le nombre relatif de graines viables décline de 70% par an et de 99% sur quatre ans... pour autant qu'il n'y ait pas d'arrivée de nouvelles semences, ce qui ne correspond pas vraiment à la réalité du terrain. Swanton et Shrestha, aussi cités par Thomas (2005), ont étudié la répartition du stock semencier dans une culture de maïs au Canada: avec le labour, ils évaluent la densité à quelque 2800 graines/m² et, en semis direct, à 800/m². Hormis l'ordre de grandeur des densités, dans notre cas cinq à dix fois plus élevées, la relation entre labour et non-labour est totalement inversée. Cependant, il est intéressant de constater

dans leur étude que, avec le labour, 37% des graines se trouvent dans la couche de 0 à 5 cm contre 75% avec le semis direct. Dans les variantes avec labour, 63% des graines se trouvent entre 5 et 15 cm, où les conditions sont moins favorables à leur germination. Apparemment, il existe autant d'évolutions floristiques que de situations où la rotation des cultures peut interagir de manière significative, les probabilités de spécialisation et de densification de flore adventice croissant parallèlement à la simplification des rotations de cultures.

Maladies

Piétin-verse du blé

Pour les deux types de sol, l'attaque de piétin-verse (*Pseudocercospora herpotrichoïdes*) a été faible à moyenne au cours de cet essai. Le tableau 2 reprend les valeurs notées lors des années où l'attaque était visible. Les indices ne dépassent guère le seuil «moyen» et on ne constate pas de différences significatives entre procédés ou sous-procédés. La charge céréalière modérée choisie dans la rotation (50%) de même que le semis relativement tardif du blé, notamment après la récolte du maïs grain, ont rendu l'utilisation d'un fongicide anti-piétin généralement superflue. Cependant, la maîtrise des graminées pérennes et des repousses de céréales joue un rôle décisif sur la diminution du risque d'attaque de piétin-verse.

Tableau 2. Indice* d'attaque de piétin-verse sur blé d'automne.

Années	Sol argileux				Sol limoneux			
	Labour	Chisel	Cultivateur	Travail minimal	Labour	Chisel	Cultivateur	Travail minimal
1991**	2,98	2,43	2,47	2,43	3,18	2,55	3,06	2,71
1995	2,68	2,58	2,65	3,01	3,14	2,82	2,91	2,61
1999	2,47	2,12	3,08	3,07	2,80	2,61	2,66	2,42
Moyennes	2,58	2,35	2,86	3,04	2,97	2,71	2,78	2,51

*Indice 1= sain, 2 = attaque faible, 3 = attaque moyenne, 4 = attaque forte (valeur maximale).

**Valeurs extrapolées à partir d'indices 1-3.

Fusariose de l'épi du blé

La fusariose (*Fusarium gramineum* et *F. poae* notamment) fait souvent figure de «bête noire» en culture sans labour, pour le semis direct en particulier. Dans nos essais, cette maladie ne s'est jamais manifestée de manière marquante ni différemment d'un procédé à l'autre. Cela tient au fait que la variété de blé utilisée (Arina) compte parmi les plus tolérantes à la fusariose et les variétés de maïs choisies parmi les moins sensibles également et, finalement, au fait que le climat de la région n'est pas très propice au développement de cette maladie sur le blé. Le risque peut être plus marqué dans d'autres situations à climat plus frais et humide pendant la floraison des céréales, où le maïs doit être évité comme précédent.

Steinert (2005) relève que les exploitations qui pratiquent les techniques culturales simplifiées n'ont pas vu d'augmentation significative de la pression des maladies cryptogamiques, pour autant que la rotation des cultures soit adéquate.

Sclérotiniose et phoma du colza

Au cours des neuf ans de colza cultivé depuis le début de l'essai, la sclérotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum*) s'est manifestée fortement à une occasion et le phoma (*Phoma lingam*) à trois occasions. Les différences d'incidence de la sclérotiniose selon les procédés ont pu être observées sur une année et celles du phoma sur deux ans (tabl. 3). Pour la

Tableau 3. Sclérotiniose et phoma sur colza d'automne: taux de pieds attequés.

Maladie	Année	Sol argileux				Sol limoneux			
		Labour	Chisel	Cultivateur	Travail minimal	Labour	Chisel	Cultivateur	Travail minimal
Sclérotiniose	1990	44	47	79	81	29	44	54	67
Phoma	1998	46	41	43	47	58	55	58	57
	1998*	40	44	45	53	64	66	66	64
	2002	13	17	14	16	18	19	18	28
	Moyenne	33	34	34	39	46	47	47	50

*Pieds secs à la récolte (%).

sclérotinose, on note que les procédés avec labour et chisel sont significativement moins atteints que les procédés avec cultivateur et travail minimal en sol argileux. En sol limoneux, on note un échelonnement significatif de l'intensité de la maladie dans lequel labour < chisel < cultivateur < travail minimal. En ce qui concerne le phoma, aucune différence significative entre procédés n'a pu être mise en évidence.

Ravageurs

Pyrale du maïs

Les travaux réalisées par Stengel (1972) ont montré que la culture sans labour favorise la multiplication de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*), les résidus de tiges laissés à la surface du sol permettant leur survie et leur procurant un abri. La pyrale est présente à Changins depuis le début des années quatre-vingt. Depuis 1984, les essais de maïs de Changins sont systématiquement protégés de la pyrale par des lâchers de trichogrammes. La dimension des parcelles de l'essai est par ailleurs beaucoup trop petite pour différencier les mesures de lutte en fonction des procédés de travail du sol.

Autres insectes nuisibles

La lutte contre les autres insectes des cultures a été menée en fonction du dépassement de leur seuil de tolérance respectif, sans différences entre les procédés de travail du sol. Les principales interventions visaient les ravageurs du colza, méligèthes et charançons en particulier.

Limaces grises

La présence de limaces est favorisée par la plus forte humidité et par les résidus de culture laissés au sol dans les procédés sans labour, travail minimal et semis direct en particulier. Compte tenu de la sévérité des nombreux dégâts infligés aux cultures par ce ravageur ainsi que de la prévision du risque insuffisante fournie par le piégeage, les cultures de colza et de maïs ont été systématiquement protégées dès le semis par une application de molluscicide. Selon les conditions météorologiques qui prédominent dans les semaines suivantes, selon les dégâts observés ainsi que selon la vitesse d'installation des cultures, une seconde application a été parfois nécessaire.

Conclusions

- ❑ Dans la rotation relativement simplifiée «blé - colza - blé - maïs» de l'essai de longue durée étudié, le stock de semences de mauvaises herbes augmente dans le sol.
- ❑ Le classement des procédés, en termes de stock semencier total, est labour < chisel < cultivateur ou travail minimal.
- ❑ Le colza et la moutarde sont les deux seules espèces adventices qui régressent significativement avec le travail superficiel. L'évolution de toutes les autres espèces n'a aucune correspondance avec le travail du sol.
- ❑ Une extension de la rotation à quatre espèces végétales au lieu de trois permettrait probablement de stabiliser le stock semencier en diversifiant les herbicides.
- ❑ Une utilisation ciblée d'herbicides non sélectifs permet de maîtriser convenablement les mauvaises herbes pérennes.
- ❑ La culture sans labour n'a pas eu d'incidence négative sur les maladies fongiques du blé. Toutefois, la fusariose sur épi peut devenir un problème avec un travail minimal du sol ou en semis direct dans un blé après maïs, si la variété de blé est sensible à cette maladie et si le climat régional est favorable à son développement.
- ❑ La sclérotinose du colza peut être favorisée par un travail minimal du sol. En revanche, il semble qu'il n'y ait aucune relation entre les attaques de phoma et les différents procédés de travail du sol.
- ❑ La culture sans labour favorise la pyrale du maïs qui reste cependant maîtrisable au moyen des trichogrammes. Les autres insectes ravageurs n'ont pas posé plus de problèmes en non-labour qu'en labour.
- ❑ Les limaces sont une menace permanente et sournoise pour les cultures installées sans labour. Le manque de fiabilité du piégeage des limaces pour piloter les interventions incite à appliquer une protection dès le semis des cultures sensibles comme le colza et le maïs.

Remerciements

De nombreux collaborateurs de la Station fédérale de Changins, dont certains sont à la retraite depuis plusieurs années, ont collaboré successivement à cette expérimentation de longue durée et y travaillent encore. Nous les remercions tous vivement de leur participation. Un merci particulier est adressé à H.-R. Forrer et son équipe à la FAL pour son appui dans la quantification des fusarioses et des mycotoxines. Un grand merci aussi aux collaboratrices qui ont patiemment relu les manuscrits.

Bibliographie

- Benoit D. L., Kendel N. C. & Cavers P. B., 1989. Factors influencing the precision of soil seed bank estimates. *Can. J. Bot.* **67**, 2833-2840.
- Felix J. & Owen M. D. K., 2001. Weed seedbank dynamics in post conservation reserve program land. *Weed Science* **49**, 780-787.
- Gomez K. A. & Gomez A. A., 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley & Sons, New-York, 680 p.

- Maillard A. & Vez A., 1993. Résultats d'un essai de cultures sans labour depuis 20 ans à Changins. I. Rendement des cultures, maladies et ravageurs. *Revue suisse Agric.* **25** (6), 327-336.
- Mayor J.-Ph. & Maillard A., 1995. Résultats d'un essai de culture sans labour depuis plus de 20 ans à Changins. IV. Stock semencier et maîtrise de la flore adventice. *Revue suisse Agric.* **27** (4), 229-236.
- Stengel M., 1972. La pyrale du maïs en Alsace. *Revue suisse Agric.* **4**, 100-106.
- Steinert K., 2005. Konservierende Bodenbearbeitung auf einem Hochleistungsstandort in der Hildesheimer Börde: Kraftstoffverbrauch hat sich halbiert. *Landwirtschaft ohne Pflug* **3**, 4-9.
- Tebbrügge F. & Düring R.-A., 1999. Reducing tillage intensity – a review of results from a long-term study in Germany. *Soil & Tillage Research* **53**, 15-28.
- Thomas F., Jouy L. & Mamarot J., 2005. Anticiper et gérer le salissement avant de désherber. *Techniques culturales simplifiées* **34**, 10-23
- Vullioud P. & Mercier Edith, 2004. Résultats de 34 ans de culture sans labour à Changins: I. Evolution des rendements. *Revue suisse Agric.* **36** (5), 201-212.
- Vullioud P., Neyroud J.-A. & Mercier Edith, 2006. Résultats de 34 ans de culture sans labour à Changins: II. Evolution des propriétés du sol. *Revue suisse Agric.* **38** (1), encart 1-16.

Summary

Results of a 35-year ploughless tillage experiment at Changins (1970-2004). Part III: Weeds, Diseases, Pests and Slugs

A tillage experiment was set up in 1969 at Changins to investigate the long-term effects of different ploughless tillage treatments. A crop rotation of winter wheat, winter oil seed rape, winter wheat and maize was grown on a clay humic and on a loamy soil. Three ploughless techniques were compared with conventional mouldboard ploughing: deep cultivation with a chisel plough (25-30 cm depth), shallow cultivation with a cultivator (10-15 cm) and minimum tillage with a rotary harrow (5-7 cm depth), occasionally replaced by direct drilling (wheat and rape) and strip tillage (maize).

From 1991 to 2003, a general increase of the seed bank was observed in the soil, more pronounced by ploughless treatments. There was no systematic correspondence between abundance of annual weeds and tillage treatments except for the group oil seed rape (*Brassica napus*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*) which showed a significant decrease by minimum tillage. Perennial weeds were efficiently controlled by target aimed herbicides.

Wheat ear fusarium disease (*Fusarium gramineum* and *F. poae*) only caused few damages because of the tolerant wheat variety and unfavourable climatic conditions to that disease. On oil seed rape, attacks of phoma (*Phoma lingam*) didn't reveal any difference between soil tillage treatments. During a season with a high contamination of stemkanker (*Sclerotinia sclerotiorum*), rape plants were significantly more infected in minimum tilled plots than in ploughed ones. Insect pests and slugs could be controlled using either chemical products or biological methods if available over the whole experimental field.

Key words: conservation tillage, subsoiling, N-fertilisation, straw management, weeds, fungal diseases, insect pests, slugs.

Zusammenfassung

35 Jahre pflugloser Anbau in Changins (1970-2004). Teil III: Unkräuter, Pilzkrankheiten und Schädlinge

Um die Langzeitwirkung des pfluglosen Anbaus zu untersuchen werden seit nun 35 Jahren verschiedene Anbauverfahren ohne Pflug auf einem Tonboden und auf einem Schluffboden in Changins (VD, 430 m ü.M.) mit dem traditionellen Pflug verglichen. Das Pflügen (ca. 25 cm tief) ist das Referenzverfahren; der Tiefgrubber lockert den Boden 25-30 cm tief und der Schälgrubber 10 bis 15 cm tief; die minimale Bodenbearbeitung (Rotoregge 7-10 cm tief) wurde gelegentlich durch die Direktsaat ersetzt.

Während der Jahre 1991-2003 wird eine generelle Anreicherung des Samenvorrats im Boden festgestellt, jedoch stärker in den pfluglosen Verfahren als im Pflugverfahren.

Kein systematischer Zusammenhang zwischen dem relativen Anteil an einjährigen Unkrautarten und den Bodenbearbeitungsverfahren wurde festgestellt, wobei die Gruppe Raps (*Brassica napus*) und Senf (*Sinapis arvensis*) eine Ausnahme darstellt, in dem sie bei der minimalen Bodenbearbeitung signifikant rückläufig ist. Durch gezielte Herbizidbehandlungen wurden die ausdauernden Unkrautarten in Schach gehalten. Die Ährenfusariose des Weizens (*Fusarium gramineum* und *F. poae*) verursachte nur wenige Schäden, wegen der toleranten angebauten Weizensorte und den regionalen für diese Krankheit nicht günstigen Klimabedingungen. Beim Raps wurden keine Befallsunterschiede durch Phoma (*Phoma lingam*) zwischen den Verfahren festgestellt. In einem Jahr mit starkem Rapskrebs-Befall (*Sclerotinia sclerotiorum*) dagegen wurden die ungepflügten Verfahren stärker befallen.

Schadinsekten und Ackerschnecken wurden je nach Möglichkeiten durch biologische oder chemische Behandlungen auf der ganzen Versuchsfläche bekämpft.

Chronique

Les mesures écologiques portent leurs fruits

Les incidences favorables de l'agriculture sur l'environnement ont progressé depuis l'introduction des mesures écologiques et des programmes de garde d'animaux, alors que les externalités négatives ont reculé.

C'est ce qui ressort du rapport «Agroécologie et bien-être des animaux 1994-2005», publié cette semaine par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG). Une étude internationale attribue de plus de bonnes notes au concept suisse des prestations écologiques requises.

L'introduction des incitations pour les prestations écologiques particulières a été un élément clé de la vaste réforme agricole lancée dans les années nonante. En 1994, l'OFAG a commencé l'évaluation des mesures écologiques et des programmes de garde d'animaux. Celle-ci a porté sur leurs conséquences dans les domaines suivants: biodiversité, azote, phosphore, produits phytosanitaires, bien-être des animaux ainsi que participation aux programmes et efficacité de ceux-ci. Le rapport «Agroécologie et bien-être des animaux 1994-2005» est l'aboutissement de ces évaluations. Il

présente une analyse et une appréciation circonstanciées de la réalisation des objectifs écologiques de l'agriculture et des lacunes en la matière. Combiné avec d'autres études et avec une appréciation de la situation économique et politique, il a servi à l'élaboration de la stratégie prévue en matière d'écologie dans le cadre de la Politique agricole 2011, qui repose sur trois piliers:

- la réallocation de fonds du soutien du marché aux paiements directs réduit l'incitation à une production intensive non adaptée au site, rendant ainsi plus économiques notamment les surfaces de compensation écologique en plaine;
- des mesures mieux ciblées peuvent permettre de résoudre les problèmes qui subsistent encore;

- grâce aux nouvelles mesures visant à promouvoir l'utilisation durable des ressources, il est possible de soutenir l'introduction de techniques, méthodes et systèmes de production ménageant ces ressources.

Le concept suisse des prestations écologiques requises (PER) se révèle tout à fait valable également en comparaison internationale. L'Institut des espaces ruraux de la Station fédérale de recherches pour l'agriculture à Braunschweig (D), comparant les exigences prévues par les concepts suisse et européen (éco-conditionnalité, *cross compliance*), a attribué de bonnes notes au système suisse des PER. Le rapport sur l'agroécologie et l'étude sur l'éco-conditionnalité sont disponibles sous www.blw.admin.ch, rubrique News / Etudes et évaluations.

Renseignements: Office fédéral de l'agriculture, Hans-Jörg Lehmann, Etat-major de direction, responsable de l'unité Ecologie, tél. 031 322 26 28, e-mail: hans-jörg.lehmann@blw.admin.ch