

Actes de la journée

Forum ITADA

Les techniques sans labour : regards sur l'expérience suisse

Inforama Ruetti à Zollikofen (CH)

09 juin 2005



Grenzüberschreitendes Institut zur Rentablen Umweltgerechten Landwirtschaft
ITADA
Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique

Ce Forum a été organisé par :

- **Secrétariat ITADA**
2, allée de Herrlisheim, F-68000 Colmar
Tel.: 0(033)3 89 22 95-50, Fax: -59, email : itada@wanadoo.fr; www.itada.org
- **Landwirtschaftliches Zentrum Ebenrain**
CH- 4450 SISSACH
Tel. : 0(041) 61 976 21 27 ; Fax. : -55 ; email : werner.mahrer@vsd.bl.ch
- **Inforama Ruetti**
CH-3052 Zollikofen
Tel : 0(041) 31 910 53 21 Fax : - 52 38 - e-mail : wolfgang.sturny@vol.be.ch

Financement :

- **Fond Européen de Développement Régional (FEDER)**
Programme INTERREG III A . Rhin supérieur Centre-Sud
- **Cantons de Bâle-Campagne, Bâle Ville, Argovie**
- **Confédération Helvétique**

SOMMAIRE

	page
Allocution d'ouverture	2
Surveillance des sols et promotion des techniques culturales ménageant les sols du canton de Berne	3
Le travail du sol sans labour en Suisse	7
Fusarioses et mycotoxines dans les céréales : risques et stratégies possibles en techniques sans labour	37
Poursuite du développement du semis direct : technique de semis, Agriculture biologique	54
Connaissances acquises sur les techniques sans labour dans le Rhin supérieur	68
Evaluation environnementale des TSL avec la méthode INDIGO	84
Essai longue durée Oberacker à Zollikofen	93
Visite de l'exploitation de M Wyssbrod	105
Revue de presse	109
Liste des participants	110

Allocution d'ouverture par Joachim HAUCK, Dir. Département Agriculture du Ministère de l'Espace Rural du Land de Bade Wurtemberg

M HAUCK salue tous les participants au nom du nouveau Président de l'ITADA, Peter HAUK, Ministre de l'Espace Rural du Land de Bade Wurtemberg depuis mi avril. Il salue tout particulièrement Madame BULOUE du Conseil Régional d'Alsace et M MAHRER, le coordinateur suisse pour l'ITADA qui a organisé la journée en collaboration avec les secrétaires de l'institut, Hervé CLINKSPOOR et Juergen RECKNAGEL, et tous les agriculteurs et agricultrices qui sont présents.

Le thème du forum est le sol, support de la vie et de l'agriculture, qui n'est pas seulement menacé par l'urbanisation mais aussi par une exploitation inadaptée. Il se réjouit des différentes interventions qui vont se succéder ce matin et de la visite des essais ainsi que de la rencontre avec un praticien sur une exploitation cet après-midi. Avant d'être maintenant responsable de l'ensemble des questions agricoles au Ministère, il a personnellement travaillé à la protection du sol dans les années 80' dans le cadre des problèmes de l'érosion du Kraichgau. Il s'était alors déjà fortement intéressé à l'expérience suisse et avait admiré les efforts réalisés.

Il y a peu de temps, le thème de la protection du sol était aussi l'objet d'une rencontre dans le val Müstair, entre représentants des 4 pays limitrophes, à laquelle à côté de suisses et d'allemands, participèrent aussi des autrichiens et des italiens. La protection du sol est un sujet pris en compte en Bade Wurtemberg depuis un programme d'actions en 1986, thématique qui a fait l'objet depuis de la loi fédérale de protection du sol. Le travail du sol sans labour trouve aussi un nouvel intérêt dans le cadre de la cross-compliance (éco-conditionnalité) en tant qu'instrument de réduction de l'érosion.

La manifestation d'aujourd'hui doit favoriser les échanges : que peut-on faire de sensé ? Quelle adaptation à la nature du sol ? Dans le sens de la durabilité, il faut aussi recouper à côté des dimensions économiques et environnementales les aspects sociaux. Il faut clarifier comment les nouvelles exigences se laissent intégrer dans le management de l'exploitation. Après plusieurs centaines d'années de la pratique du labour, il n'est pas évident de subitement s'en détourner. Le sol et l'agriculteur ont besoin d'au moins 8 ans pour assimiler les nouvelles pratiques. C'est pourquoi, il se réjouit particulièrement que beaucoup de praticiens soient aujourd'hui présents et que l'on échange les expériences mais aussi les difficultés. Un point important est que les différentes contributions aident à faire la lumière sur la question de la qualité et de la sécurité des produits alimentaires.

Pour la protection des sols et de l'eau, le Bade Wurtemberg soutient le semis mulché dans le cadre du programme MEKA II (environ 120 000 ha) ainsi que la couverture des sols pour des raisons écologiques et économiques. A côté de la couverture des sols à l'automne, le semis sous litière est un des éléments de réponse à la problématique des nitrates.

L'agriculteur reste bien sur l'élément central de la mise en oeuvre et la visite de l'après midi permettra d'aborder des aspects très pratiques du non labour.

Il remercie M STÜRNY, notre hôte, co-organisateur de la journée, qui va nous dire quelques mots sur la structure Inforama Rütli.

SURVEILLANCE DES SOLS ET PROMOTION DES TECHNIQUES CULTURALES MENAGEANT LES SOLS DU CANTON DE BERNE

Wolfgang G. STURNY,
Service environnement et agriculture du canton de Berne (SEA), Ruetti, CH-3052
Zollikofen - e-mail : wolfgang.sturny@vol.be.ch

RÉSUMÉ

Les terres assolées sont aujourd'hui atteintes qualitativement, aussi dans le canton de Berne. C'est ce que révèle la surveillance des sols. La porosité se dégrade suite aux travaux de labour, surtout si effectués par temps défavorable, et de récolte, avec des machines de plus en plus lourdes. La diminution des teneurs en humus et l'absence de gros vers de terre favorisent aussi les tassements des sols. Cela ralentit l'infiltration des précipitations et augmente l'érosion et les inondations. L'eau non filtrée peut constituer une charge polluante pour les rivières et les lacs ainsi qu'une charge en nitrate pour les eaux potables.

Il faut prendre des mesures si on veut protéger la population et l'environnement. Ces mesures doivent avoir une portée durable et donc prendre en compte les aspects écologiques, économiques et sociaux. Des techniques culturales ménageant le sol, comme le semis sous litière ou le semis direct, remplissent ces conditions. Le sol en profite, mais aussi l'eau et l'air.

Écologie: quand un sol n'est plus labouré, sa couverture végétale est permanente, de même que la présence de racines vivantes. Les teneurs en humus, l'activité biologique, la stabilité et la portance du sol s'améliorent, ce qui est positif pour le régime de l'eau et pour l'efficacité des nutriments. La qualité de l'eau et de l'air en bénéficient aussi. Moins d'éléments nutritifs ou polluants sont lessivés dans les eaux de surface ou des nappes phréatiques. La formation d'humus fixe du CO₂ dans le sol, ce qui est positif pour la qualité de l'air.

Économie: pour les céréales et le maïs, le semis direct a fait ses preuves. Après une période de transition de trois à cinq ans, les rendements sont comparables, mais avec des besoins en carburant, engrais et pesticides décroissants. L'effet sur l'eau permet des économies dans la protection contre les inondations et dans de coûteuses installations de dénitrification, l'eau étant gratuitement filtrée par un sol sain. En même temps, on peut ainsi contribuer à une diminution des rejets de CO₂ dans l'atmosphère.

Société: par des aides financières pendant la phase de conversion, on dédommage les agriculteurs pour leurs charges initiales et pour des rendements dans un premier temps plutôt inférieurs. Pour la plupart des agriculteurs, ce soutien est nécessaire; pour le reste de la population, il représente une contribution de solidarité pour la garantie d'aliments et d'eau potable sains. Les loisirs sont aussi plus agréables dans un paysage préservé avec des cours d'eau propres.

Les techniques culturales ménageant le sol sont de plus en plus pratiquées, avec 5 % des terres ouvertes sous contrat dans le canton de Berne.

Surveillance des sols

La stratégie cantonale de surveillance des sols met l'accent sur les charges physiques (tassements, érosion). En plus de paramètres chimiques, ce sont donc surtout des caractéristiques biologiques et physiques qui sont mesurées sur les 19 sites d'observation du plateau bernois. La première série d'échantillonnage a été terminée en l'an 2000 et

représente l'état actuel des sols. Des nouvelles mesures sont prévues environ tous les sept ans, ce qui permettra de voir comment la fertilité des sols évolue en fonction des techniques culturales et de leurs intensités.

En comparant les terres assolées à des prairies semblables pédologiquement, il a été montré qu'elles ont tendance à être plus tassées (porosité et infiltration réduites), appauvries en humus et ayant une biomasse moindre de vers de terre (surtout d'espèces descendant profondément dans le sol). Étant moins riches en humus, les terres assolées ne disposent pas d'une aussi bonne libération en azote assimilable. Une acidification sournoise des sols devrait être compensée par chaulage. Les résultats actuels confirment l'hypothèse de charges physiques affectant les sols de grandes cultures.

Essais à long terme „Oberacker“

Sur la parcelle „Oberacker“ de l'Inforama Ruetti de Zollikofen, un essai pratique de démonstration compare depuis l'automne 1994 le système du semis direct avec un travail du sol basé sur le labour.

Des rendements comparables ont été atteints sur l'ensemble des cultures de l'essai pendant les huit premières années (labour: 100 %; semis direct: 101,2 % avec maïs d'ensilage, et 102,2 % avec maïs-épi). Le blé d'automne, l'orge d'automne et le maïs-épi ont produit un peu plus après semis direct (108 %). En l'état actuel, et pour autant que la fumure soit adaptée, la technique du semis direct a donc fait ses preuves pratiques pour ces cultures.

Après huit ans strictement en semis direct, le sol a une meilleure portance, sa semelle de labour s'ameublisse, l'infiltration de l'eau s'améliore, la biomasse des vers de terre et la quantité d'humus s'accroissent. Avec une plus grande proportion de cultures sarclées, les interventions culturales sous forme de travail du sol réduisent la biomasse des vers de terre. Les rendements de l'ensemble de l'assolement diminuent en parallèle. Le sol non travaillé est capable de fournir de l'eau de manière plus continue, ce qui est bénéfique pour les plantes cultivées en cas de sécheresse marquée. En l'absence de travail du sol, on note aussi un enrichissement de l'horizon supérieur en matière organique. La dynamique des éléments nutritifs est améliorée par cet humus. D'après les résultats actuels, les sols en semis direct peuvent fournir au moins autant d'azote que ceux travaillés de manière habituelle. Les pertes par lessivage sont réduites. La quantité d'humus augmentant avec la durée d'essai du semis direct, l'azote que fournit le sol augmente aussi, et les rendements relatifs des céréales de même.

Des analyses coût-rendement montrent que le semis direct, malgré les coûts initiaux, prend l'avantage sur le travail traditionnel du sol après une période de transition de trois à cinq ans grâce à l'obtention de rendements physiques comparables et à une réduction notable du parc des machines.

Conclusions relatives à la protection des sols

Les résultats du réseau de surveillance des sols ainsi que de l'essai à long terme „Oberacker“ permettent de tirer des conclusions quant à la protection des sols. Le tableau I résume les paramètres physiques, biologiques et nutritionnels, les parcelles en semis direct depuis de nombreuses années étant prises comme référence (= 100 %) au même titre que les prairies permanentes.

Sur les sites étudiés, les surfaces travaillées ont une structure du sol dégradée et une activité biologique limitée. L'augmentation du poids des machines (avec des récolteuses pesant jusqu'à 50 t) requiert une bonne portance et une structure du sol stable. Ces conditions n'existent que si le sol porte en permanence une végétation (avec ses racines), et si sa teneur en humus et son activité biologique sont bonnes. Le rôle de l'humus, bien que souvent négligé, est décisif. D'une part, il participe à la formation d'une bonne structure, ce qui est important pour prévenir l'érosion; d'autre part, il est essentiel pour le régime des éléments nutritifs. Il agit comme un catalyseur en mettant des nutriments à disposition des plantes, en

quantités et en temps voulus. En abandonnant le labour, on permet aux terres assolées de se rapprocher de la prairie, selon la devise „la prairie est la mère des champs“ (KLAPP, 1956). Les avantages de ce nouveau type de champ sont :

- présence permanente d'une végétation et de ses racines;
- structure stable et portante ;
- régime de l'eau plus stable ;
- teneur en humus plus élevée ;
- activité biologique du sol ;
- bonne efficacité des nutriments, en particulier.

Projets pour la promotion des techniques culturales ménageant le sol

En promouvant les systèmes culturaux ménageant le sol, le canton de Berne suit une démarche intégrée de développement durable. Le but premier est la protection des sols contre le tassement, l'érosion et les pertes d'éléments nutritifs. Dans les régions particulièrement menacées par le lessivage de nitrate, les tassements ou l'érosion, les agriculteurs peuvent conclure des contrats de cinq ans avec le SEA. Ils reçoivent alors des contributions pour encourager l'introduction de techniques culturales comme le semis sous litière ou le semis direct. Pendant toute la durée du contrat, il ne leur est pas permis de labourer les parcelles concernées. Les sommes allouées sont fonction des cultures et des techniques. Entre 1996 et 2002, des contrats ont été conclus avec 446 agriculteurs. Aujourd'hui, ce sont au moins 4.6 % (2'433 ha) des terres ouvertes du canton de Berne qui sont cultivées sans labour. Pour des raisons financières, il n'a malheureusement pas été possible d'étendre ces contrats à plus de surfaces.

Tableau I: Synthèse des paramètres physiques, biologiques et nutritionnels du réseau de surveillance des sols et de l'essai à long terme „Oberacker“ (prairies permanentes, semis direct = 100 %).

paramètre	surveillance des sols 19 sites d'observation				essai à long terme „Oberacker“ six parcelles			
	prairies permanentes		terres assolées		semis direct		labour	
moyenne des médianes par parcelle	absolu	[%]	absolu	[%]	absol u	[%]	absolu	[%]
pores grossiers [% vol.]	11.2	100	10.9	97	8.3 ¹	100	10.9 ¹	131
pores grossiers [% vol.]	13.4	100	12.8	96	14.4 ¹	100	13.8 ¹	96
charge initiale [kPa]	- ²	-	- ²	-	52.0 ¹	100	32.16 ¹	62
infiltration [mm/h]	14.7	100	4.2	29	5.4	100	1	19
percolation [g/10 min] (10- biomasse de vers de terre	1756.5	100	1516.	86	1237	100	1191.8	96
<i>Lumbricus terrestris</i> [g/m ²]	233.3	100	180.4	77	148.8	100	85.9	58
analyses après mélange	62.7	100	35.9	57	38.7	100	6.2	16
pH (H ₂ O)	6.5	100	6.4	98	6.6	100	6.4	97
CEC (dot) [mmol/100g]	19.6	100	15.7	80	13.1	100	12.6	96
humus [%]	4.1	100	2.7	66	2.76	100	2.48	97
P ₂ O ₅ (test P)	6.6	100	9.8	148	38.7	100	30.9	80
K ₂ O (test K)	3.2	100	3.3	103	3.5	100	2.3	66
Mg (test Mg)	6.4 ³	100	5.5 ³	86	6.8	100	5.6	83
N _{tot} [%]	0.26	100	0.2	77	0.16	100	0.14	88
calcaire [%]	- ²	-	- ²	-	0.52	100	0.47	90
moyenne	-	100	-	84	-	100	-	81

¹ résultats de deux parcelles „Oberacker“ seulement,

² résultats inférieurs au seuil de détection.

Le projet pilote de Walliswil est consacré aux nitrates, avec le but d'abaisser durablement la concentration dans l'eau potable au dessous de 25 mg par litre, ceci sans abandonner les grandes cultures. Pour atteindre ce but, un plan directeur a été établi qui prévoit l'introduction de techniques culturales ménageant le sol ainsi que l'adaptation des assolements. Les agriculteurs sont liés à ce projet par contrat et bénéficient de conseils approfondis. Les prestations supplémentaires sont payées. Les résultats obtenus sont contrôlés et, depuis le début du projet, une légère diminution de la concentration en nitrates a déjà pu être enregistrée.

Grâce aux techniques culturales ménageant le sol, il est possible de combattre des problèmes environnementaux à leur source. Elles contribuent donc non seulement à protéger le sol mais aussi l'eau et l'air. Une comparaison des coûts montre qu'il serait beaucoup plus onéreux de dépolluer l'eau dans une installation technique de dénitrification. Protéger l'intégrité des sols et leur fonction biologique permet d'atteindre le même but pour seulement une fraction des coûts. Le semis direct diminue l'érosion et moins de terre fine est entraînée vers les cours d'eau, donc aussi moins de nutriments et de polluants (entre autres phosphore, azote et pesticides).

La culture sans labour diminue le dégagement de CO₂ par rapport à un sol retourné et entraîne une accumulation d'humus dans le sol qui correspond à une immobilisation à long terme de carbone d'origine atmosphérique - une contribution à la protection du climat !

Des stratégies à long terme sont nécessaires pour que les générations futures puissent continuer à utiliser le sol. C'est pour cette raison que le SEA cherche à promouvoir les techniques culturales ménageant le sol.

En conclusion: il faut faire évoluer les idées dans le domaine des grandes cultures. Les moyens à disposition sont la formation, la vulgarisation, les publications et les démonstrations (comme celle de l'essai à long terme „Oberacker“).



LE TRAVAIL DU SOL SANS LABOUR EN SUISSE



9. forum de l'ITADA, le 09 juin 2005, Inforama Rütli, CH-Zollikofen

Wolfgang G. STURNÝ & Andreas CHERVET

Office de l'Agriculture et de la Nature du canton de Berne, Service de la Protection des Soils



European Conservation Agriculture Federation (ECAAF)



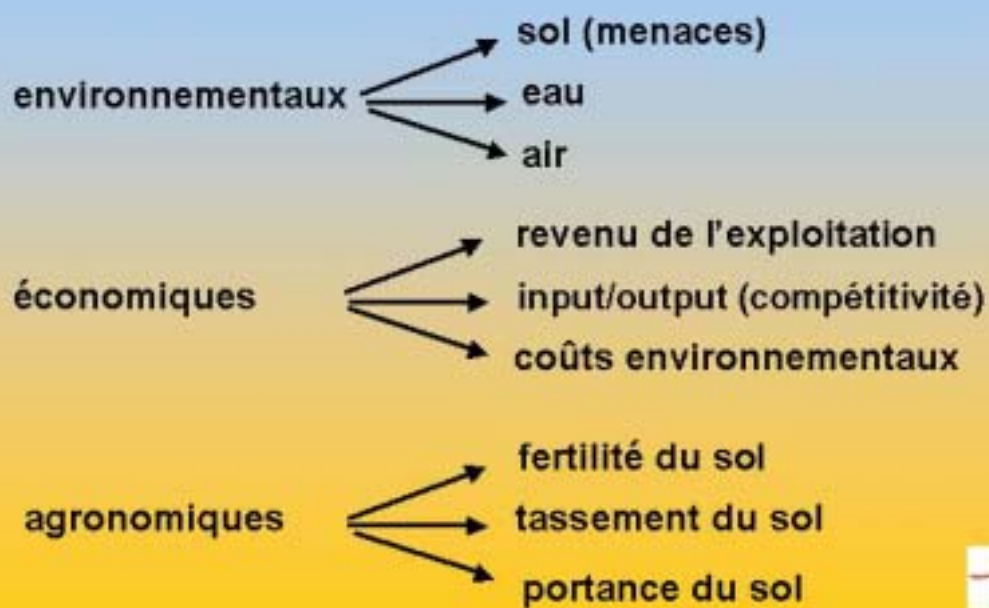


Contenu

- Travail du sol – problèmes et solutions
- Préconisation de systèmes de travail en ménageant le sol
- „Oberacker“: Essai de démonstration à long terme



Problèmes



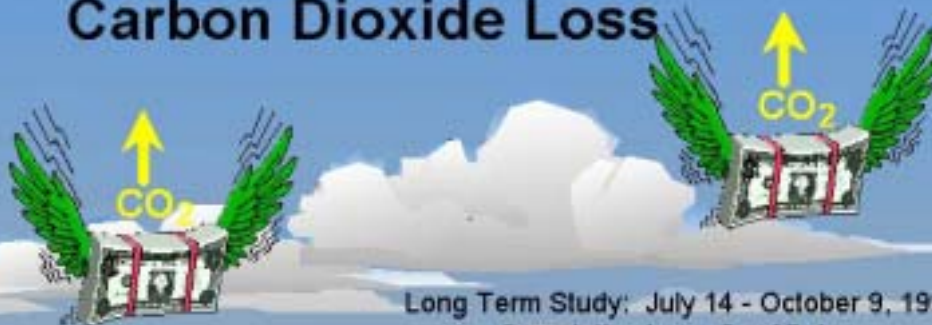
Areas of Concern for Soil Degradation



Source: International Soil Reference and Information Centre, unpublished map (Wageningen, the Netherlands, 1990)

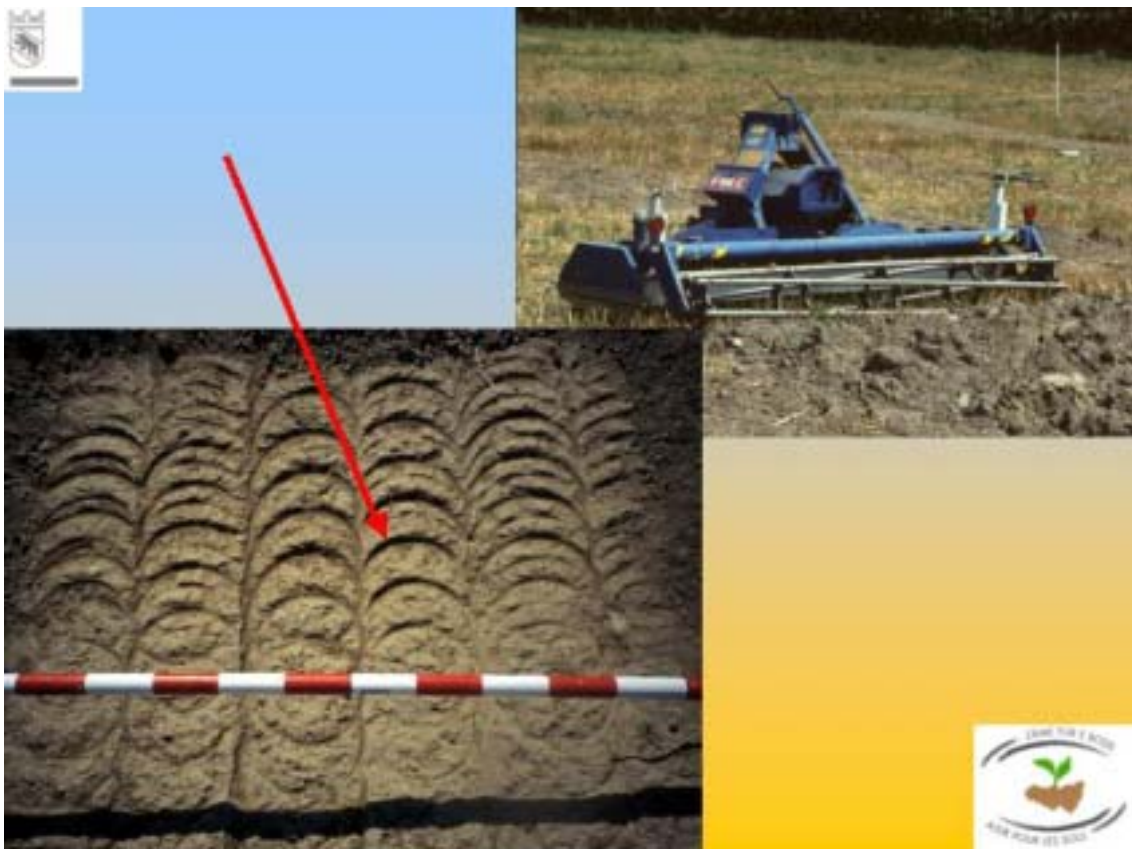


Tillage-induced Carbon Dioxide Loss



Long Term Study: July 14 - October 9, 1998
Cumulative loss after 87 days









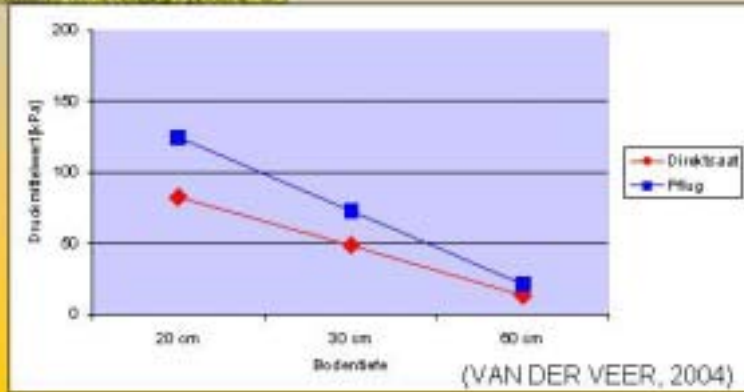


**13 Mio. ha in Europe (OECD) are affected by a soil loss rate of 16 t/ha and year.
These 208 Mt of soil correspond to a loss of 60.000 ha/year
(for the 25 cm top soil layer)**



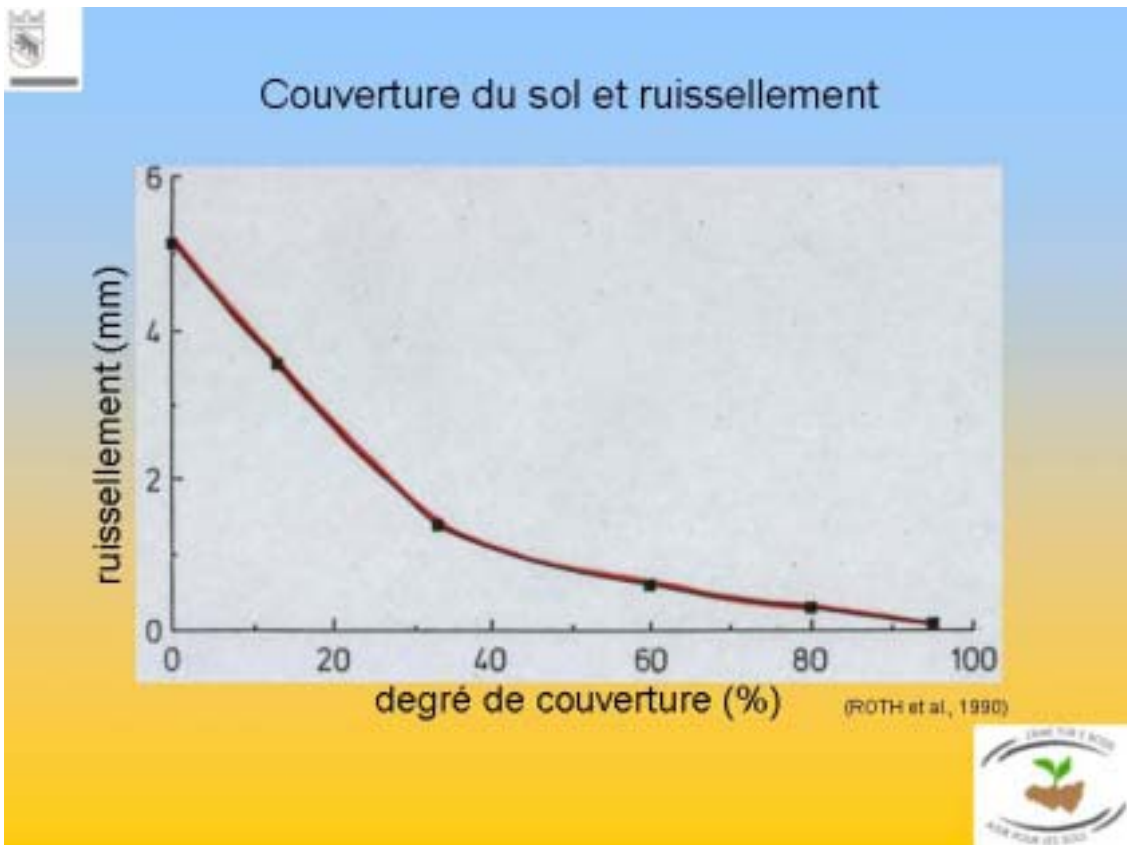
Influence of soil tillage on soil sealing after seeding
Conventional inversion tillage **Conservation no inversion tillage**
3 passes **1 pass**

























Semis direct de maïs: comparaison de 5 semoirs différents

Nom: Cross-Slot (prototype)
 Soc semeur: Cross-Slot
 Fumure: En localisé, intégrée dans le soc semeur Cross-Slot
 Semoir: John Deere
 Propriétaire: Wyss & Lauper SA
 CH-3298 Wiler



Nom: FAL/mNT- Amazone (prototype)
 Soc semeur: Soc à dent avec soc ouvert
 Fumure: En localisé à l'aide d'un soc à dent
 Semoir: Amazone
 Propriétaire: Agroscope FAL, Reckenholz
 CH-8046 Züsch



Nom: Alphateo/Kinze (prototype)
 Soc semeur: Soc semeur à double disque (Kinze)
 Fumure: En surface, incorporé dans le sol par un disque ondulé
 Semoir: Kinze
 Propriétaire: Peter Wyss
 CH-3003 Itigen



Nom: John Deere MaxiMerge (production de série)
 Soc semeur: Soc semeur à double disque (John Deere)
 Fumure: En localisé à l'aide d'un disque simple
 Semoir: John Deere
 Propriétaire: Wyss & Lauper SA
 CH-3298 Wiler



Nom: Semeato (prototype)
 Soc semeur: Soc semeur à double disque (Semeato)
 Fumure: En localisé à l'aide d'un disque simple avec soc « Guillemine » intégré (Semeato)
 Semoir: Nodet
 Propriétaire: Migamo, Stefan Minder
 CH-4938 Rohrbach







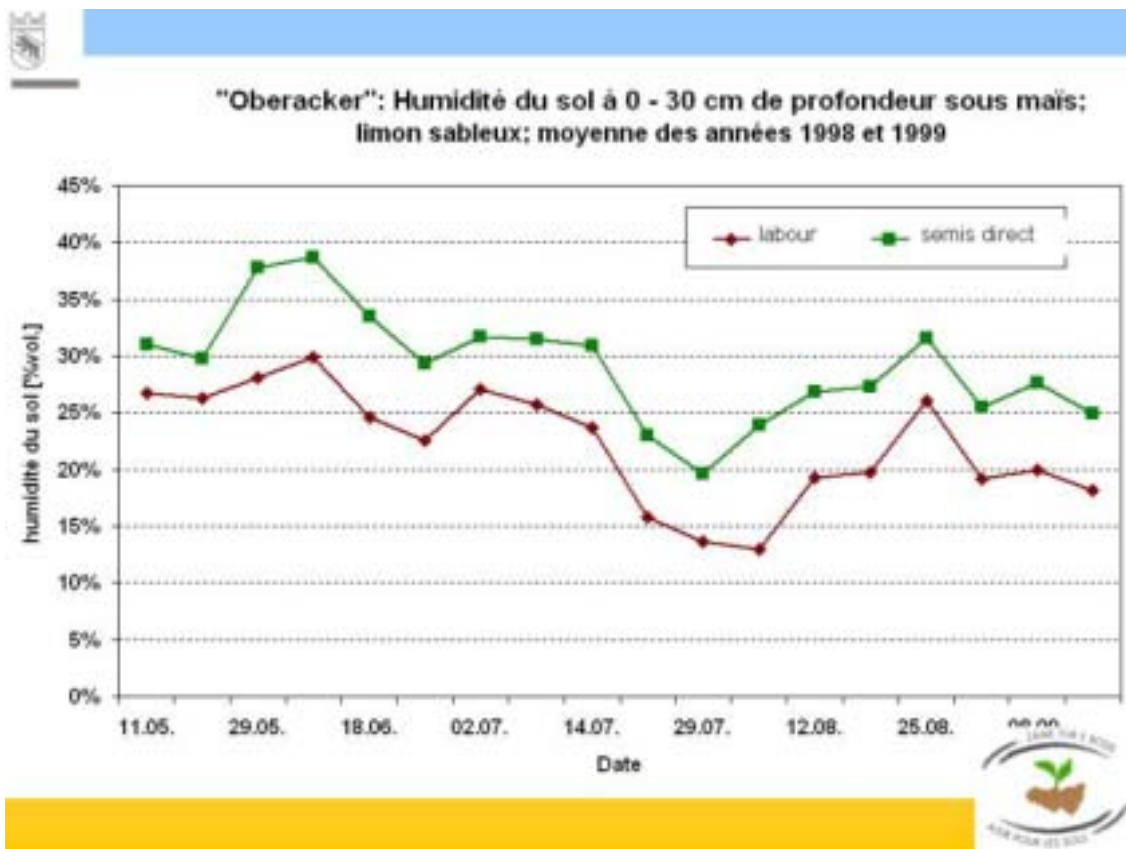
Systems Approach



(CA decision making guide / UK, 2001)

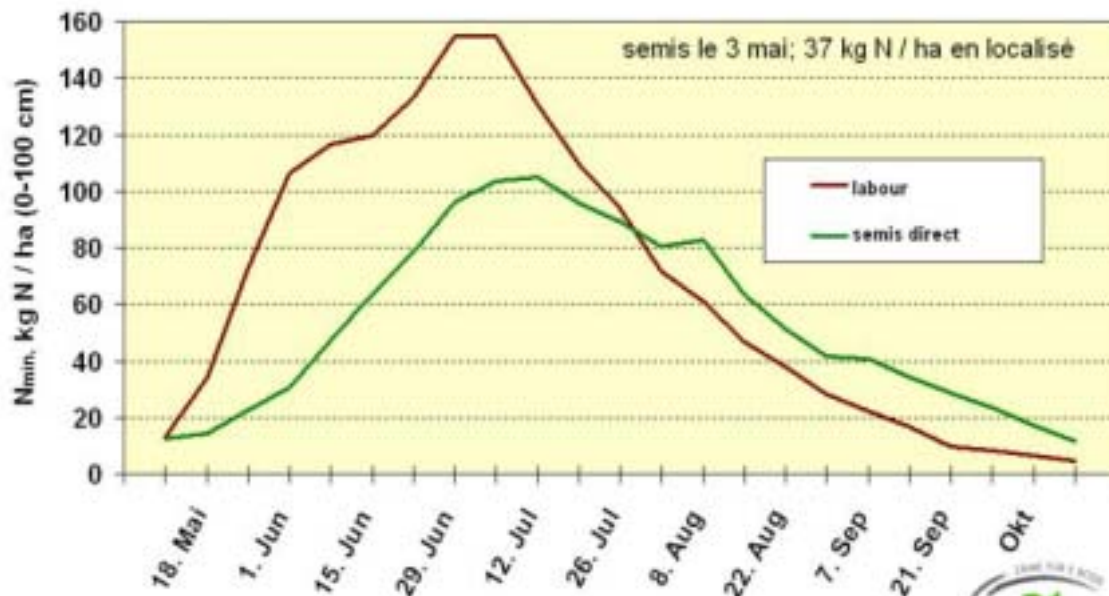




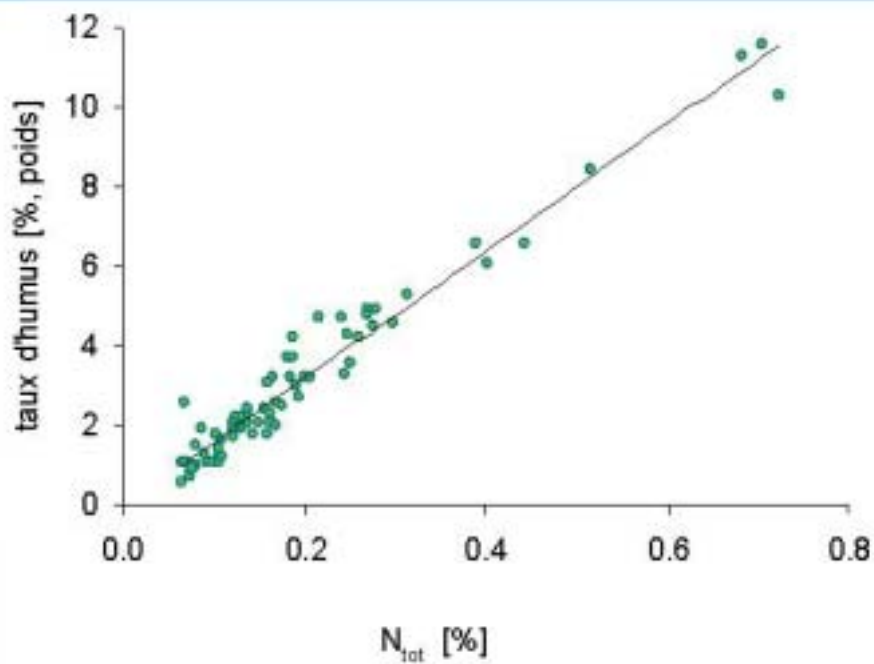


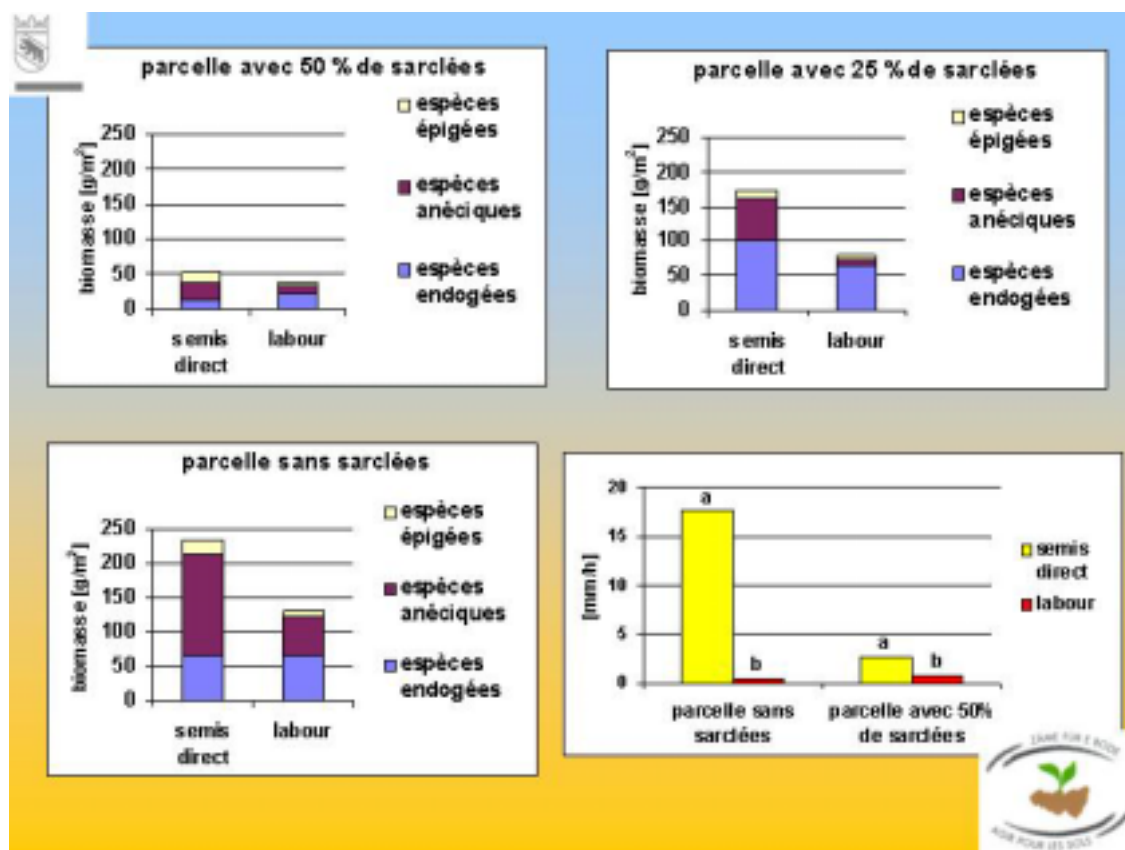
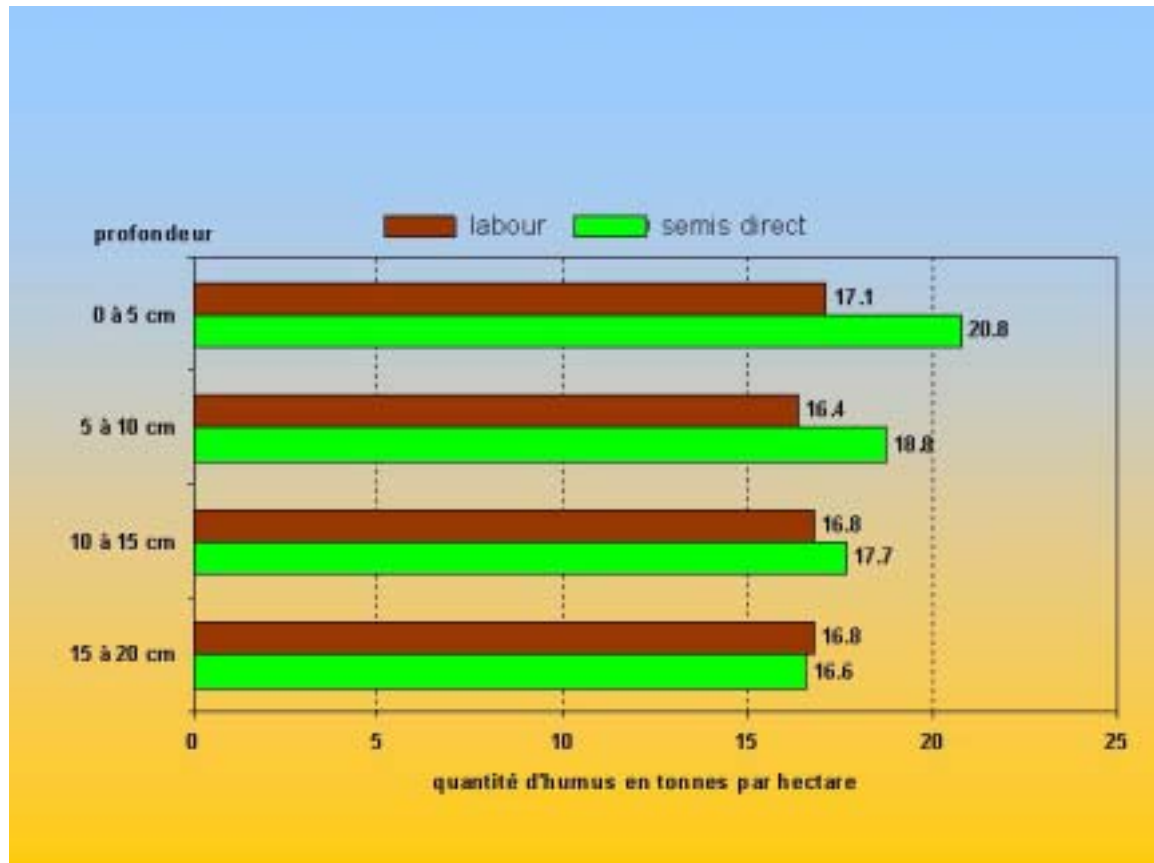


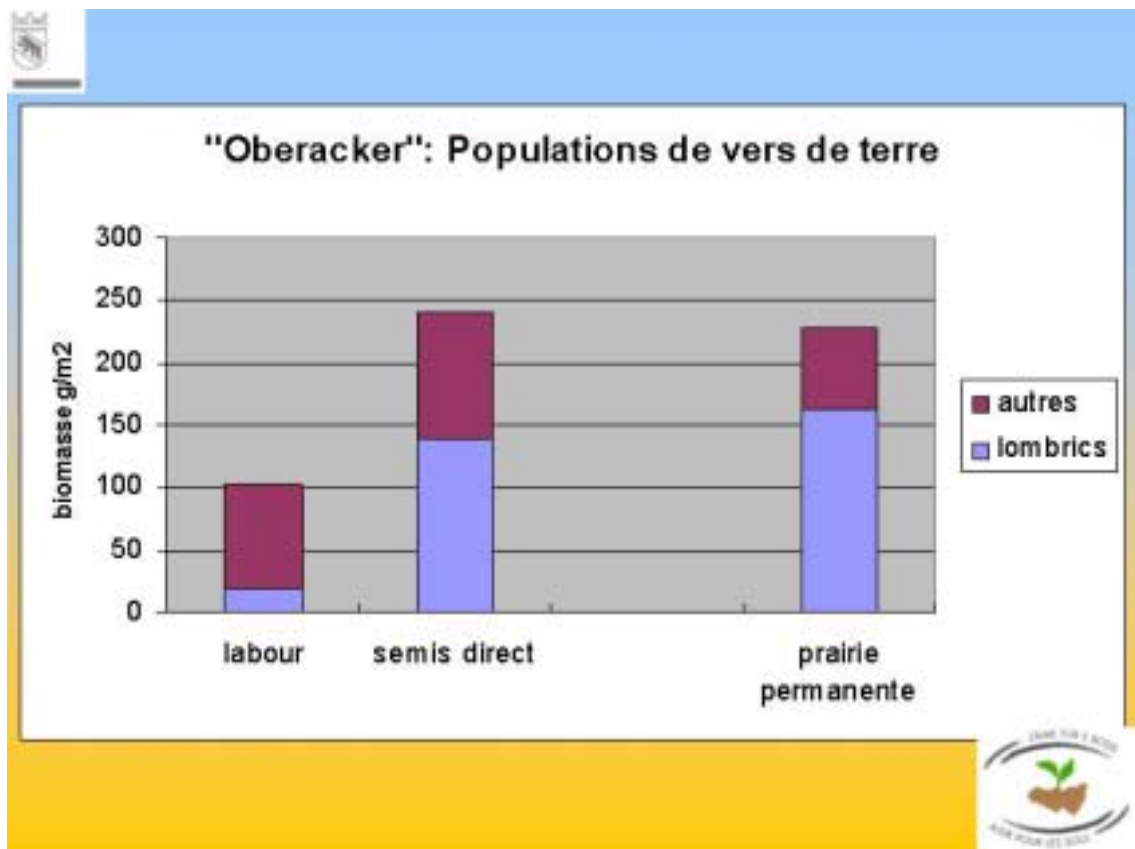
"Oberacker": Evolution des teneurs en N_{min} sous betteraves sucrières en 2001



KABO Berne: Corrélation entre humus et azote









Indemnités pour la phase de conversion

Cultures	Variante de transition semis sous litière	Variante-cible semis direct
	Frc par ha & année	Frc par ha & année
1 Céréales d'automne	150	300
2 Céréales de printemps	150	300
3 Coza d'hiver/de printemps	300	500
4 Maïs semé en bande fauchée	450	
5 Maïs d'ensilage/maïs-grain	300	500
6 Pommes de terre	500	600
7 Betteraves sucrières/betteraves fourragères	350	550
8 Pois protéagineux, soja, féverole	250	400
9 Prairie artificielle, jachère verte	0	200
10 Tourne sols	300	500
11 Autres cultures après accord écrit spécial avec le Service environnement et agriculture		

Conditions:

- aucun labour
- 2 semis direct en 5 ans
- < 50% de sol „remué“



OPBNP – semis sous litière et semis direct: état à fin 2004

année	nombre d'exploitations sous contrat	superficie sous contrat (ha)	dont cultures principales semées sous litière (ha)	dont cultures principales en semis direct (ha)	paiements (CHF)
1996	91	339	126	39	127'927.00
1997	147	712	280	273	265'938.00
1998	191	877	329	494	276'526.00
1999	263	1'258	362	804	321'393.00
2000	360	1'709	439	1'067	412'263.50
2001	445	2'269	463	1'436	550'325.20
2002*)	445	2'437	477	1'563	602'853.05
2003*)	458	2'495	472	1'436	602'124.75
2004*)	437	2'513	455	1'471	607'564.95
Total					3'768'601.55

*) Plafond de CHF 600'000.- bloqué à partir de 2002 (listes d'attente)







Contributions for conservation tillage in Swiss cantons (1)

Canton	Project	Measures	Contribution
Aargovie	Decree for the support of no-tillage in nitrate-susceptible regions	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidies for no-tillage of grassland, maize, winter cereals, and maize strip tillage • Maximum 10 ha/farm • Subsidies according to crop and soil tillage treatment • Contract period: 1 year 	135-400 €*ha ⁻¹ *y ⁻¹
Berne	Decree for the retention of life basics and cultural landscape	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion of minimum and no-tillage in nitrate-, erosion- and compaction-susceptible regions • Contract period: 5 years, minimum 2 years of no-tillage • Subsidies according to crop and soil tillage treatment 	135-335 €*ha ⁻¹ *y ⁻¹
Lucerne	Decree for the support of strip and no-tillage to reduce erosion and phosphorus run-off into waters	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion of no-tillage for all crops and maize strip tillage • Contract period: 1 year or 3 years (higher subsidies) 	135-335 €*ha ⁻¹ *y ⁻¹



Agri-environmental measures: Germany

Federal State	Project	Support
 Brandenburg	Promotion of conservation tillage and no-tillage for reduction of sediment and nutrients run-off	25€*ha ⁻¹ *y ⁻¹
 Nordrhein-Westfalen	Promotion of conservation tillage and no-tillage for reduction of soil erosion	100€*ha ⁻¹ *y ⁻¹
 Rheinland-Pfalz	No inversion tillage / mulch tillage after cereals before seeding of maize and sugarbeets a) with cover crops b) without cover crops	115€*ha ⁻¹ *y ⁻¹ 45€*ha ⁻¹ *y ⁻¹
 Bayern	Mulch tillage including cover crops for row crops	100€*ha ⁻¹ *y ⁻¹



Superficie de semis direct en Suisse No-tillage area in Switzerland (ha)



<http://www.no-till.ch>

FUSARIOSES ET MYCOTOXINES DANS LES CEREALES

Risques et stratégies possibles en techniques sans labour

Susanne Vogelgsang & Hans-Rudolf Forrer


Agroscope FAL Reckenholz, Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture,
Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich

L'intervention va présenter succinctement l'importance et les dégâts des principales fusarioses des céréales en Suisse ainsi que leurs mycotoxines et les possibilités et limites de la lutte.

En culture de blé, *Fusarium graminearum* (FG) et la toxine déoxynivalénol (DON) apparaissent plus fréquemment après précédent maïs et en conduite sans labour. Dans nos études pluriannuelles en exploitation (2001-2003) concernant l'apparition des fusarioses des épis dans le canton d'Argovie, des échantillons de grains provenant de parcelles de blé en semis direct et en labour ont été examinés pour des attaques par des fusaries et des teneurs en DON. En plus du travail du sol, l'effet du précédent et de la variété cultivée ont aussi été étudiés. Pour le blé issu des parcelles de semis direct après précédent maïs, il a été trouvé 3 années sur 4, une grande part des échantillons avec des attaques plus fortes de FG et des teneurs en DON au-dessus du seuil de tolérance suisse pour des produits de la minoterie de 1ppm - également pour des variétés peu sensibles. Des combinaisons efficaces de pratiques régulatrices doivent donc être développées afin d'éviter les problèmes de fusarioses dans le cas des techniques sans labour.

C'est pourquoi, nous développons et testons depuis 2003 des pratiques pour la réduction des sources d'infection en techniques culturales sans labour, dans les conditions de la pratique et dans les champs d'essais de notre station de recherches (FAL). Un broyage soigneux ainsi qu'un travail superficiel des cannes de maïs a pour objectif de favoriser la dégradation des résidus de culture et d'ainsi diminuer la survie des fusaries. Les premiers résultats de ces essais seront présentés et discutés.

Afin de quantifier l'effet de différents facteurs cultureux sur une attaque de *Fusarium* et d'améliorer des systèmes de culture, nous développons et utilisons le système d'information de la FAL, FusaProg. Comme nous avons trouvé dans nos études en exploitation aussi *F. poae* et *F. avenaceum*, nous étudions de plus la dispersion et l'importance de ces fusaries et de leurs toxines.



Fusarioses et mycotoxines dans les céréales

- Comment les prévenir dans les cultures sans labour?

Susanne Vogelgsang & Hans-Rudolf Forrer

Agroscope FAL Reckenholz



ITAG, D, B, D5

 agroscope
FAL RECKENHOLZ

Contenu

1. Fusarioses et mycotoxines dans les céréales
2. Études en exploitation AG 2001-2003
3. Recherche actuelle

ITAG, D, B, D5

 agroscope
FAL RECKENHOLZ

Fusarioses et mycotoxines dans les céréales Infection - Dégâts

Bière d'automne Letris Boswell, 2004

Conidies de *Fusarium graminearum* sur les épis & les tiges

Grains de blé sains sans fusidies

Infection des épis et des tiges via les restes végétaux

- Rendement ↓
- Qualité ↓
- **Mycotoxines**

ITAGRA, 03.05.05

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Les espèces de *Fusarium* sur les céréales (CH) Symptômes sur l'épi - cultures - mycotoxines

F. graminearum

F. avenaceum

F. poae

M. nivale

DON déoxynivalénol
Système immunitaire ↓
Refus de l'aliment; vomissements

ZON zéaralénone
Oestrogène: fertilité ↓

MON moniliformine
Paralysie respiratoire, myasthénie

NIV nivalénol
Leucopénie

DAS diacétoxyscirpénole
Vomissements, somnolence

... ne produit pas des mycotoxines

ITAGRA, 03.05.05

agroscope
FAL RECKENHOLZ

La source de l'inoculum (FG)



ITAG, 01.05.05

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Contenu

1. Fusarioses et mycotoxines dans les céréales
2. Études en exploitation AG 2001-2003
3. Recherche actuelle

ITAG, 01.05.05

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Études en exploitation: AG 2001-2003

Critères de sélection des parcelles de blé

Précédent

- ↔ Maïs (grain & ensilage) ou
- ↔ Autre (pas de maïs)

Travail du sol

- ↔ SD Semis direct ou
- ↔ Ch Charrue

Sensibilité variétale*

- ↔ S- médium-haute (Lona, Runal,..)
- ↔ S+ basse (Arina, Titlis & Galaxie)

* à *F. graminearum* / *F. culmorum*

ITADA, 03.06.05

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Données et analyses

Études en exploitation AG

Données

- Évaluation dans le terrain
- Échantillons des grains, de la paille

Analyses

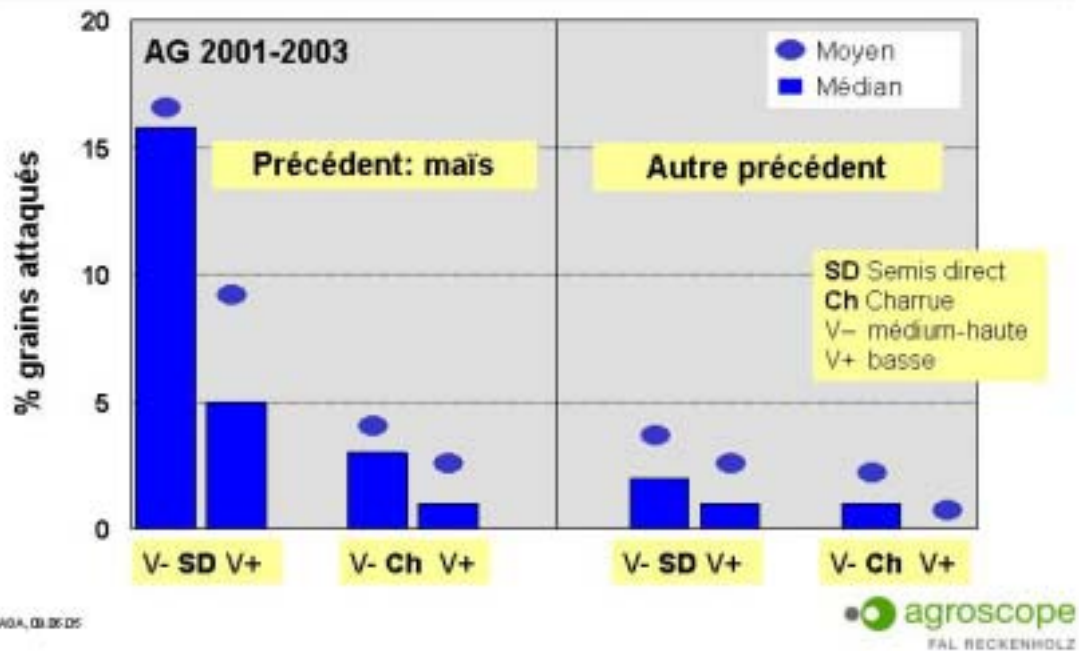
- Test de vigueur (grains)
- Déoxynivalénol (grains et paille)



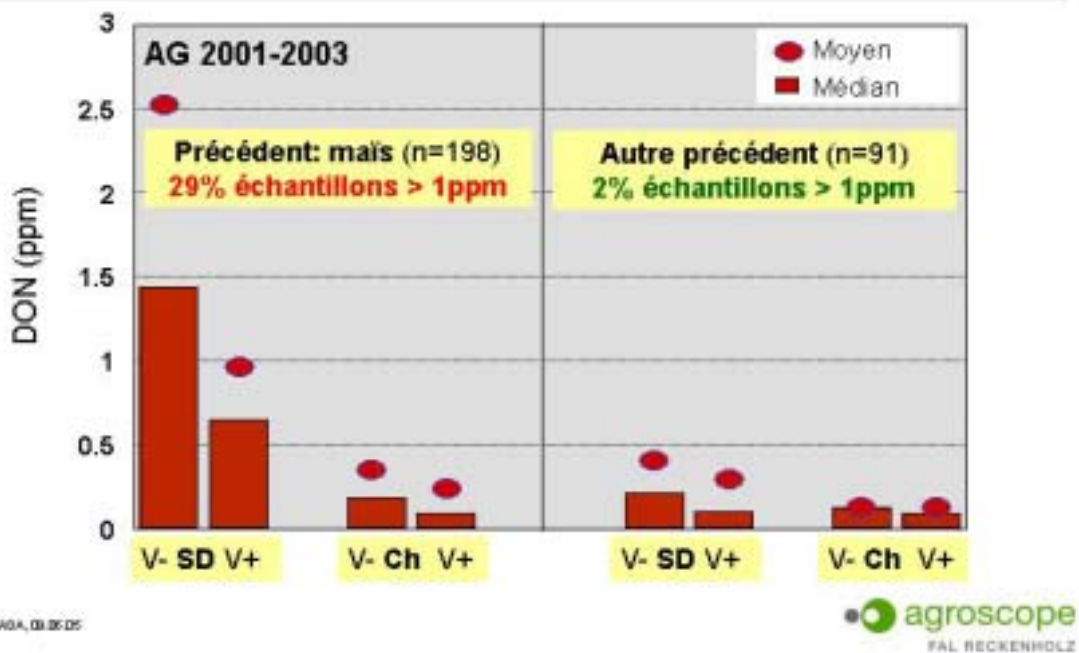
ITADA, 03.06.05

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Effets de la culture précédente, travail du sol et variété sur l'attaque du blé par FG

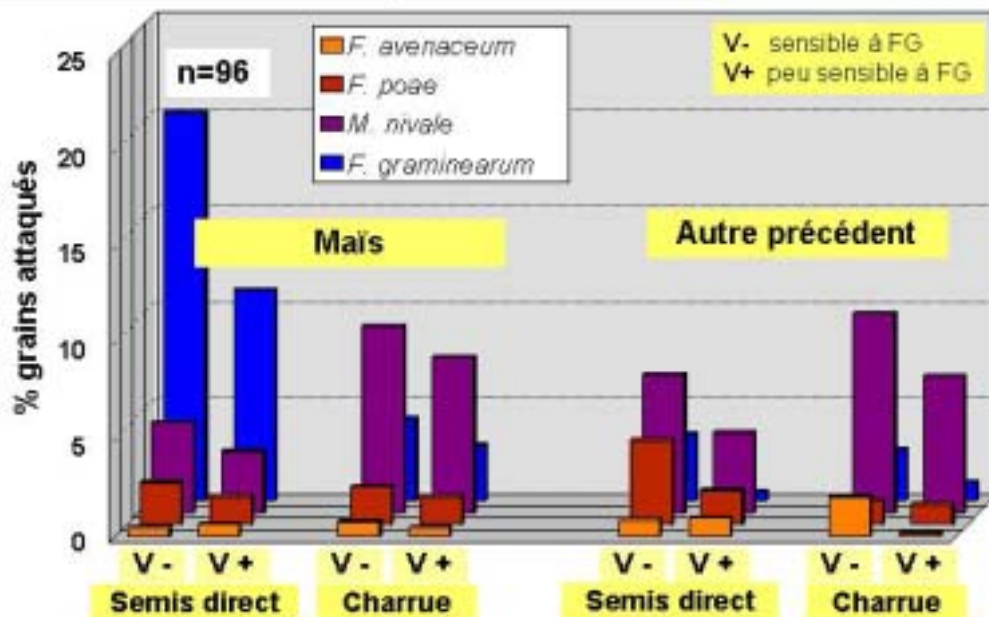


Effets de la culture précédente, travail du sol et variété sur la teneur en DON dans les grains



Et autres espèces de *Fusarium* ?

Attaque du blé AG 2001



ITAG, 01.05.05

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Résumé AG 2001-2003

Fusarium et contamination du blé avec DON

- *F. graminearum* (DON) la plus importante (toxine)
F. poae (NIV, T-2?) à observer
- $\geq 1\text{ppm}$ DON
52% des échantillons avec maïs préc. et semis direct
- **Facteurs d'une attaque de FG**
 - +++ Maïs en culture précédente
 - ++ Travail du sol sans charrue
 - + Variété de blé sensible

ITAG, 01.05.05

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Conclusions AG 2001-2003

- Pas de blé après maïs ?
- Retour à la charrue ?
- Fongicides ? MN √ FG ~ 60-max70%
- Seul moyen aujourd'hui:
→ variétés peu sensibles

⇒ Réduire la source de l'infection

ITADA, D. B. 05/05

 agroscope
FAL RECKENHOLZ

Recherche actuelle

Prévenir les mycotoxines dans les cultures sans labour

- **Hypothèse:** Réduire la source de l'infection par la décomposition accélérée de la paille
- **Moyen:**
Broyer et enfouir superficiellement les résidus de maïs

ITADA, D. B. 05/05

 agroscope
FAL RECKENHOLZ

Essais en exploitation: Lutte des mycotoxines dans les cultures sans labour - depuis 2003

- 4 sites: blé d'automne après maïs en grains
- Parcelles du semis direct
- Traitements de la paille:
 - aucun (SD)
 - broyer (Kuhn) (SD+B)
 - broyer & enfouir (SD+B+E)



ITAGA, 03.05.05

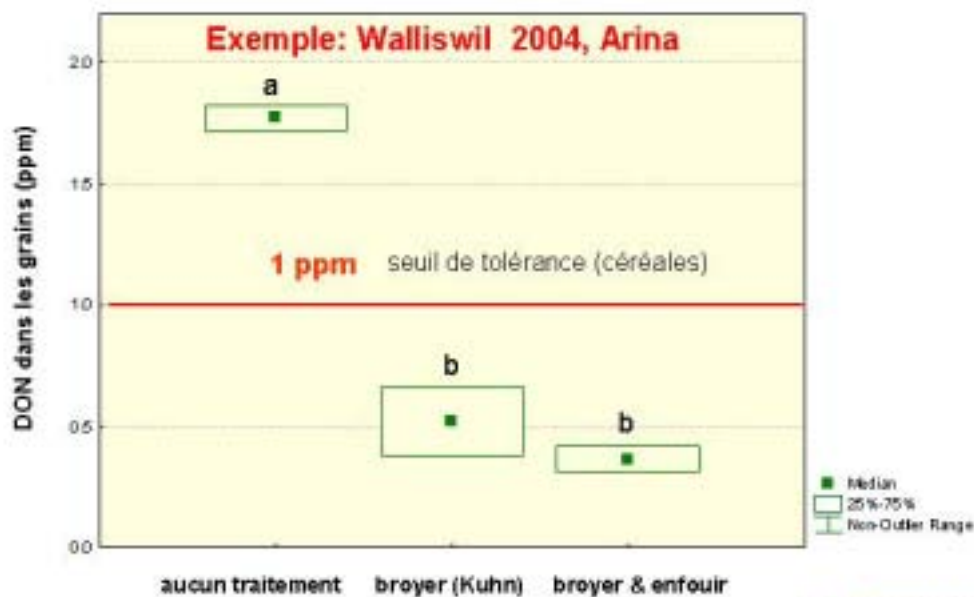
Exp. Design de l'expérience avec 2 répétitions

	Rép I	Rép II	
20m	2 SD+B	3 SD+B+E	Parcelle du semis direct 2003 maïs en grains 03/04 blé d'automne
20m	1 SD	2 SD+B	
20m	3 SD+B+E	1 SD	
	18m	18m	

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Essais en exploitation: Résultats 03/04

Effet du traitement de la paille sur la **teneur en DON**

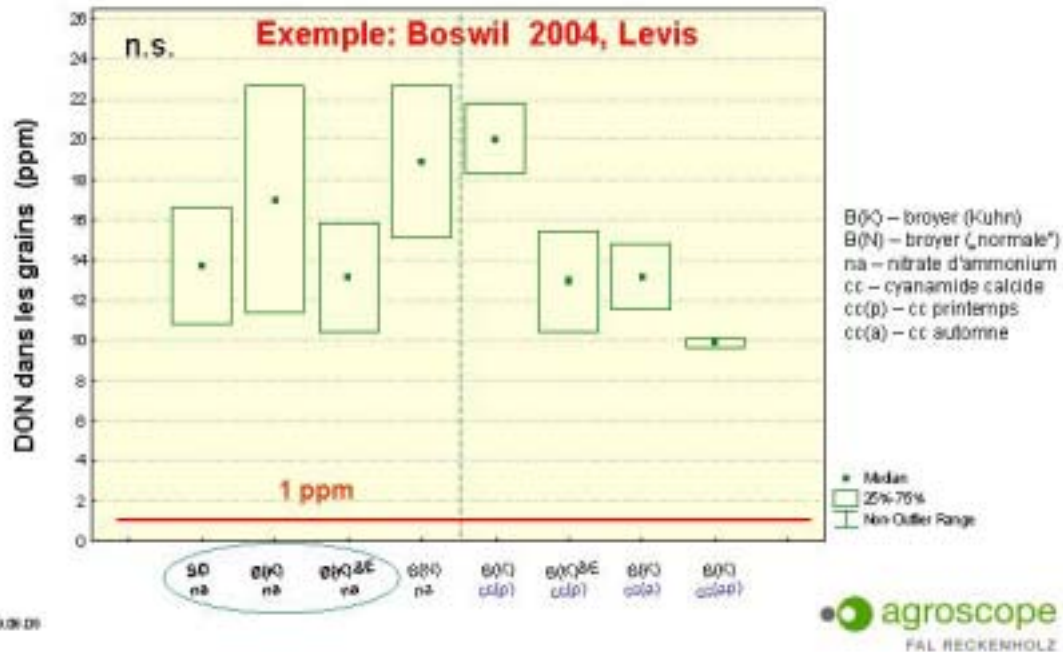


FADA, 03.06.05

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Essais en exploitation: Résultats 03/04

Effet du traitement de la paille sur la **teneur en DON**



FAL BECKENHOLZ

Essai à la FAL 03/04

Variétés, travail du sol/de la paille, fertilisation

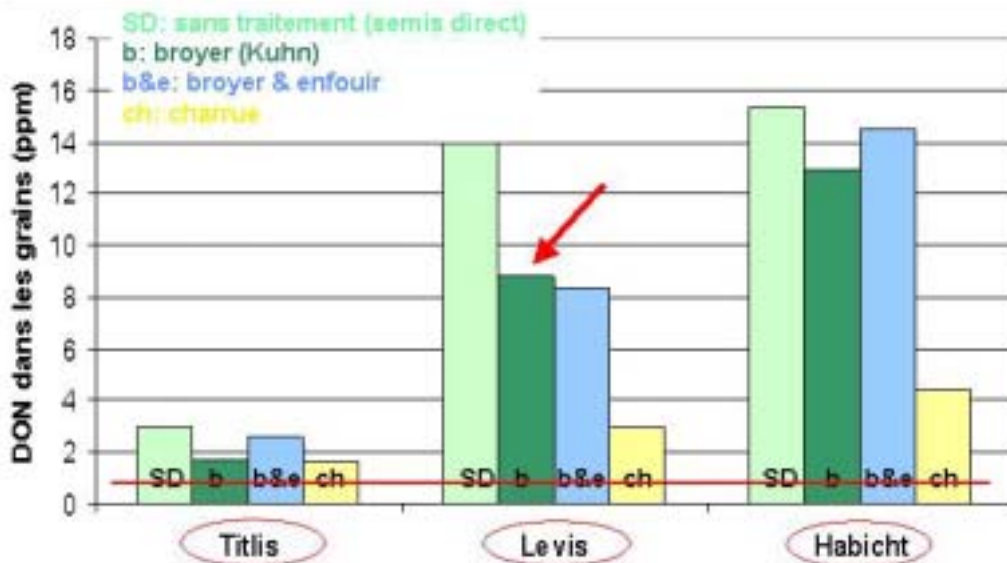


FAL BECKENHOLZ

agroscope
FAL BECKENHOLZ

Essai à la FAL: Résultats 03/04

Variétés, travail du sol/de la paille: **teneur en DON**



ITAGH, 03.05.05

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ

La suite...

- Répétition des essais en exploitation
- Importance de *F. poae* et *F. avenaceum*
- Développement d'un système de pronostic
- Lutte alternative de FG (chaumes de maïs, épis de céréales)
- Mycotoxines dans le maïs ?

ITAGH, 03.05.05

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ



MERCI :

**Matthias Müller (AG)
Bernhard Streit (FAL)
Wolfgang Sturny (SNT)
Producteurs impliqués
Irene Bänziger
Andreas Hecker
Effi Jenny
Heinz Krebs**

ITADA, 09.06.05

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ



Fusarioses et mycotoxines des céréales

**- Risques possibles et stratégies en
techniques sans labour -**

ITADA Forum
„les techniques sans labour“
9 juin 2005 à Zollikofen (CH)

*Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim
Kutschenweg 20, 76287 Rheinstetten
Tel.: 0721/9518-210, Fax: 0721/9518-202
email: klaus.mastel@lap.bwl.de
Internet: www.lap-forchheim.de*

Seuils (mg/kg; ppm) pour les fusariotoxines dans les produits alim.

Quelle: Verordnung zur Änderung der Mykotoxin-Richtwerte (Verordnung zur Änderung der Richtwerte) vom 24. 02. 2004, BGBl. I vom 12.02.2004, S. 151-3

Mykotoxin	Produit	Seuils pour les denrées alimentaires en mg/kg
Deoxynivalenol (DON)	céréales (grains pour consommation directe et produits transformés), exceptés produits issus du blé dur, pain, biscuits et pâtisseries	0,5
	pain, biscuits et pâtisseries	0,35
	produits céréaliers (grains pour consommation directe et produits transformés) pour production de produits diététiques pour nourissons et enfants	0,1
Somme des Fumonisines B ₁ et B ₂	Produits à base de maïs (consommation directe et produits transformés), exceptés Cornflakes	0,5
	Cornflakes	0,1
	Produits maïs (consommation directe et produits transformés) pour production de produits diététiques pour nourissons et enfants	0,1
Zearalenon (ZEA)	Produits issus de céréales (grains pour consommation directe et produits transformés)	0,050
	Produits issus de céréales (consommation directe et produits transformés) pour production de produits diététiques pour nourissons et enfants	0,020



K. Maedel

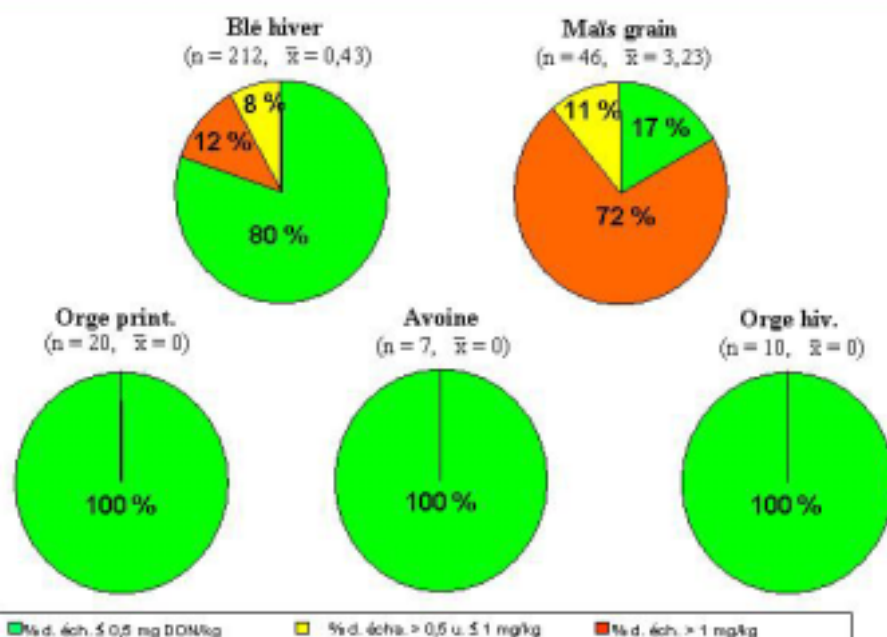
Fusarien und Mykotoxine in Getreide

ITADA-Forum 09.06.05



BADEWÜRTTEMBERG

Atteinte en Fusarium des différentes espèces de céréales en 2002 en Bade-Wurtemberg



K. Maedel

Fusarien und Mykotoxine in Getreide

ITADA-Forum 09.06.05



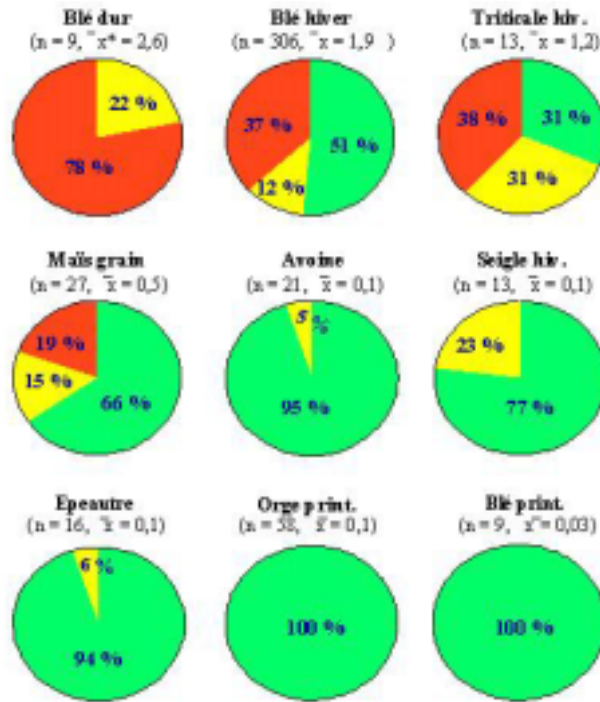
BADEWÜRTTEMBERG

Teneurs DON d'échantillons * de grains de différentes espèces de céréales en 2000 en Bade-Württemberg

*: échantillons issus d'essais et non d'exploitations agricoles

*: \bar{x} = $\bar{\phi}$ DON-Gehalt en mg/kg

U.-ergebnisse der LUBA, Jugartenweg, Dr. K. Mischak, ELISA-Methode



■ % d. Erbsen unter 0,5mg DON/kg ■ % d. Erbsen zw. 0,5u. 1mg/kg ■ % d. Erbsen über 1mg/kg



K. Martel

Fusari

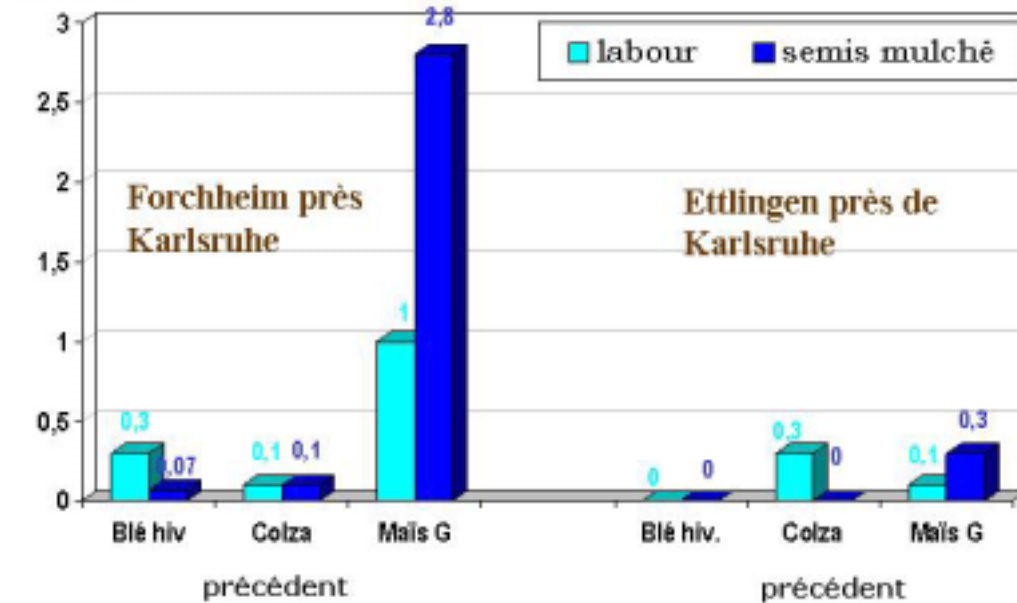
U.-org. der LUBA, Jugartenweg, Dr. K. Mischak



Essais sur blé 2003 : teneurs DON dans les grains de blé (ø 7 variétés) en fonction du précédent, du travail du sol et du site

mg DON/kg

U.-ergebnisse der LUBA, Jugartenweg, Dr. K. Mischak, ELISA-Methode



K. Martel

Fusarien und Mykotoxine in Getreide

ITADA-Forum 09.06.05



management des résidus maïs grains

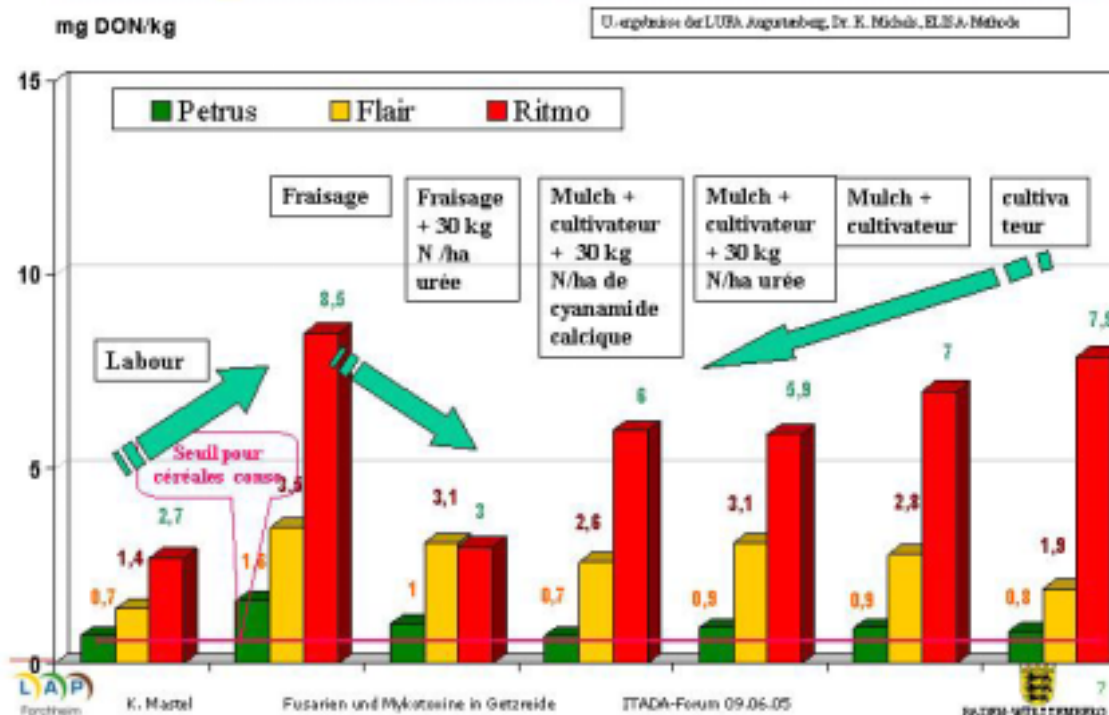


Cannes de maïs, non labour, non mulché, à la floraison du blé présence de quantité de substrats pour Fusarium

Résidus de maïs, non labour, semis mulché, à la floraison du blé, moins de quantité de substrats pour Fusarium

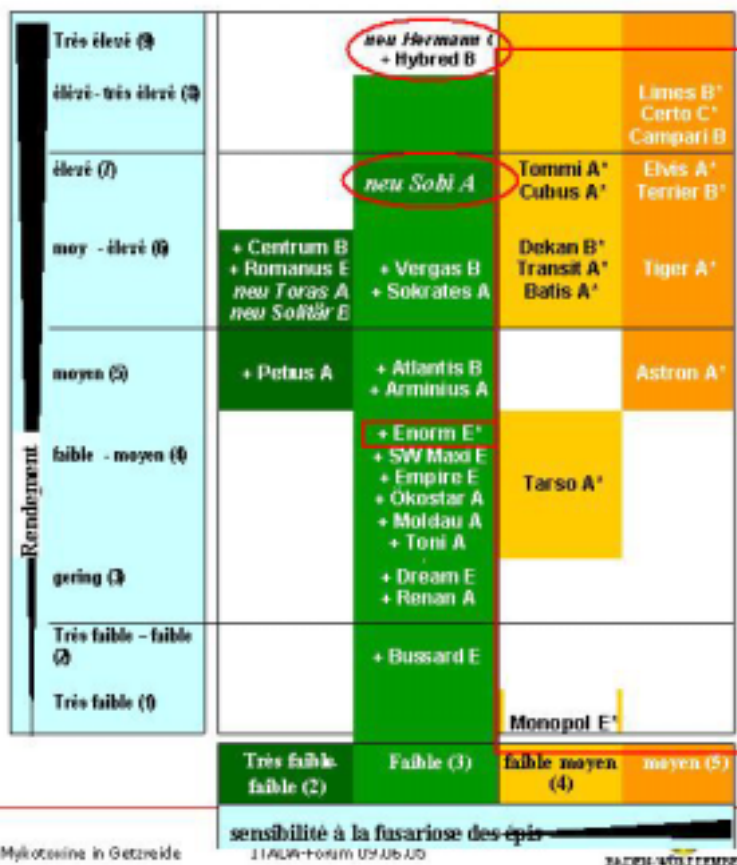
Résidus de maïs après labour, à la floraison du blé plus faible quantité de substrats pour Fusarium

Teneurs DON en grains de blé hiv. (3 variétés) en 2003 selon différents mode de gestion de la paille d'un précédent maïs (Site, LAP Forchheim)



Estimation de la sensibilité au Fusarium et de la productivité de variétés de blé H choisies ¹⁾ par le Bundessortenamt (~ CTPS en F)

*) : variétés avec plus de 1 % de la surface en multiplication de semences en 2004 en B.-W.
 + : variétés à faible sensibilité Fusarium (note de 3 et plus dans la liste variétale), BSL 2004



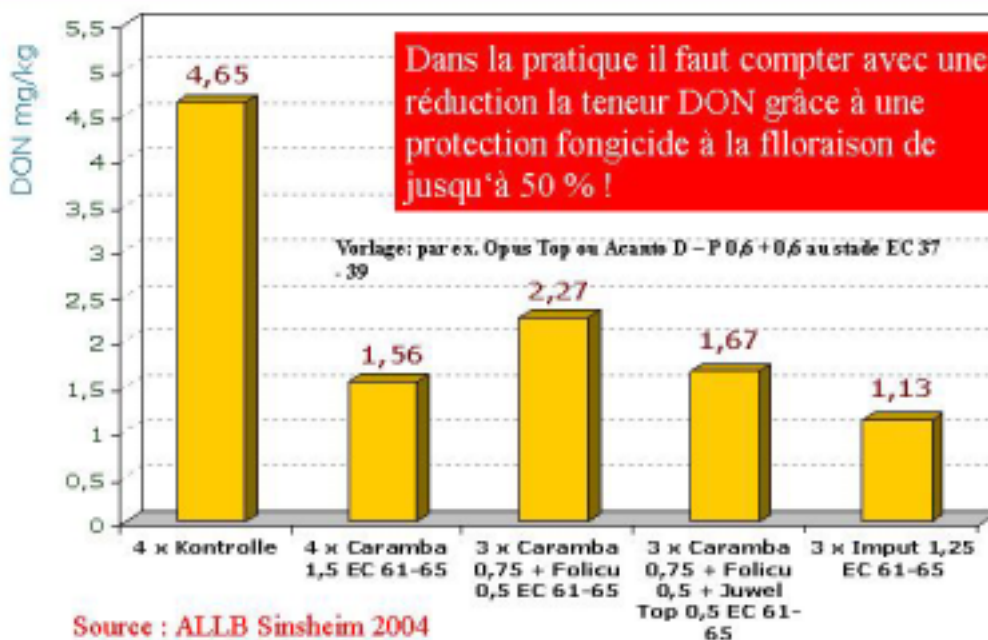
K. Maierl

Fusarien und Mykotoxine in Getreide

11/ALW-Forum 09/06/05

BAZEL-UNIVERSITÄT

Valeurs DON pour les blés (2000 - 04) pour différents fongicides (Waibstadt, semis mulché, moy. Des variétés Monopol, Carolus et Petrus)



Source : ALLB Sinsheim 2004



K. Maierl

Fusarien und Mykotoxine in Getreide

ITADA-Forum 09.06.05



Stratégies contre la fusariose des épis en culture de blé

Précédent	Pas de maïs G		maïs G	
Travail du sol	Labour	Semis mulché	Labour	Semis mulché
Risque	faible - moyen - moyen - élevé			t. élevé !
Variété	BSL*-Note ≤ 5	BSL-Note ≤ 4 (ex. Enorm, Petrus, Sobi, Sokrates, Hybred, Vergas, Tommi, Transit)	BSL-Note ≤ 3 (ex. Enorm, Petrus, Sobi, Sokrates, Hybred)	
Techniques culturales	Broyage et enfouissement des résidus de récolte du précédent Fertilisation selon recommandation	Broyage et enfouissement des résidus de récolte du précédent, petit apport d'azote sur les résidus Fertilisation N adaptée au site ou légèrement réduite, éviter la verse	Broyage et enfouissement des résidus du maïs, petit apport d'azote sur les résidus; fumure N réduite, éviter la verse	
Fongicide à la floraison	Non nécessaire en règle générale	Si conditions climatiques favorables pendant la floraison	nécessaire	
En cas de parcelles atteintes par la fusariose (vorgewende, céréales versées) récolter à part, nettoyer la récolte et stocker sec				



K. Martel

*: BSL= liste des caractéristiques des variétés inscrites (~ CTPS)
FUSARIEN UND MYKOTOXINE IN GETREIDE



10

Synthèse :

Lors que l'on recoupe plusieurs facteurs de risque (climat humide et chaud à la floraison -, **un travail du sol sans labour**, un précédent maïs grain et une variété ou culture sensible) l'on n'assiste pas à une addition mais à une démultiplication du risque d'attaque en fusarium et de la charge en toxines.

Avec le travail du sol sans retournement, et en particulier avec un précédent maïs grain, toutes les mesures favorisant la dégradation des résidus, le choix de l'espèce et de la variété et la protection fongicide sont à optimiser afin de minimiser les contaminations en mycotoxines.

Les recours à la prophylaxie et la lutte contre la fusariose sont plus exigeants en semis mulché qu'en labour. Mais, en Allemagne, des lots atteints ne sont plus commercialisables ou seulement à des prix dépréciés voire inutilisables pour l'alimentation des porcs.



K. Martel

Fusarien und Mykotoxine in Getreide

ITADA-Forum 09.06.05



11



Poursuite du développement du semis direct : technique de semis, agriculture biologique

Dr. Bernhard Streit, Agroscope FAL Reckenholz



12.08.2006 Seite 1 / ...



Technique de semis

Situation initiale pour la culture de maïs en Suisse :

- Avant le semis du maïs, il est souvent ensilé une association graminée-trèfle.
 - ⇒ tassement du sol par les lourds engins
 - ⇒ prairie graminée-trèfle = mauvaises herbes dans le maïs



vent (trop) humides.

presse lors du chantier de
récolte d'une prairie trèfle-
graminée (printemps 2003).



12.08.2006 Seite 2 / ...



Technique de semis

Situation initiale pour la culture du maïs en Suisse :

- En semis direct, de fortes exigences sont posées à la technique de semis, en particulier dans les sols lourds :
 - respecter la profondeur de semis
 - refermer le sillon du semis
- Les doubles disques sont le standard en semis direct.



Culture en semis direct sur un site limoneux (Bellechasse, 2001).

- ☛ Quelques entrepreneurs essaient d'améliorer les semoirs.

12.05.2005 09:13 / ...

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ



Technique de semis

Projet Agroscope FAL Reckenholz:

- But : comparaison de différents semoirs, spécialement pour une poursuite de leur développement.
- Durée d'essais : 2002-2004.
- Précédent : prairie trèfle-graminée, ensilée avant le semis de maïs
- Fertilisation et protection phytosanitaire selon pratique habituelle
- Dispositif expérimental : bandes avec répétitions d'une dimension de 3 m x 110-130 m.

12.05.2005 09:14 / ...

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ



Technique de semis

Projet von Agroscope FAL Reckenholz : matériels

John Deere MaxEmerge

- Soc semeur : double disques semeurs (John Deere)
- Fertilisation : dépôt souterrain à l'aide d'un disque
- Distribution : John Deere
- Poids : 2'100 kg



12.05.2025 09:18:57...

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ



Technique de semis

Proje Agroscope FAL Reckenholz : matériels

Alphatec-Kinze

- Socs semeurs : double disques (Kinze)
- Fertilisation : répartition par disque ondulé (Yetter)
- Distribution : Kinze
- Poids : 4'000 kg



12.05.2025 09:18:57...

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ

Technique de semis

Projet Agroscope FAL Reckenholz : matériels

Semeato

- Socs semeurs : double disques (Semeato)
- Fertilisation : dépôt souterrain par disque simple (Guillotine)
- Distribution : Nodet
- Poids : 2'500 kg



12.09.2006 09:17 / ...

 agroscope
FAL RECKENHOLZ

Technique de semis

Projet Agroscope FAL Reckenholz : matériels

Cross Slot

- Socs semeurs : socs Cross Slot
- Fertilisation : dépôt souterrain par socs Cross Slot - Schar intégrés
- Distribution : John Deere
- Poids : 2'300 kg



12.09.2006 09:18 / ...

 agroscope
FAL RECKENHOLZ



Technique de semis

Projet Agroscope FAL Reckenholz : matériels

Prototype FAL

- Socs semeurs : soc piqueur avec disque ouvreur
- Fertilisation : socs piqueurs
- Distribution : Amazone
- Poids : 2'400 kg



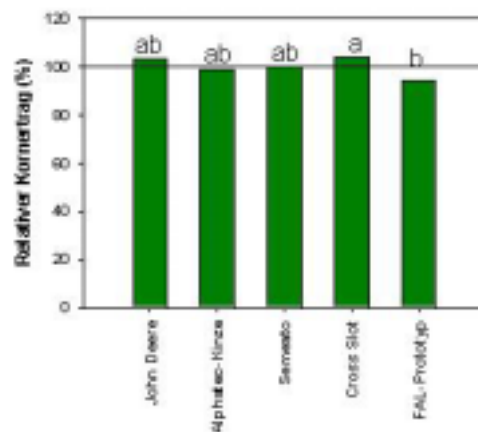
12.05.2006 09:13 / ...

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ



Technique de semis

Projet Agroscope FAL Reckenholz : résultats



Rendement moyen relatif de maïs grains pour différents semoirs direct sur 3 ans (moyenne = 9,61 t/ha à 14% d'humidité).

12.05.2006 09:13 / ...

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ



Technique de semis

Projet Agroscope FAL Reckenholz : conclusions

- Les rendements moyens ont atteint la moyenne régionale.
- Les différences entre matériels ont été faibles.
Exception : Prototype FAL
- Les poursuites de développement de matériels tels que Cross Slot semblent avoir un potentiel pour atteindre des rendements meilleurs et plus réguliers.

12.05.2006 09:11 / ...

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ



Semis direct en Agriculture Biologique

Lutte contre le rumex



Point critique pour la dispersion du rumex en culture :

Transition entre cultures, en particulier avant prairie artificielle

Mise en oeuvre de solutions :

- Graines de rumex germent à la lumière
- Le transport des graines dans le sol favorise leur germination
- Hypothèse : sans travail du sol moins de graines de rumex germeront

12.05.2006 09:12 / ...

 **agroscope**
FAL RECKENHOLZ

Semis direct en Agriculture Biologique

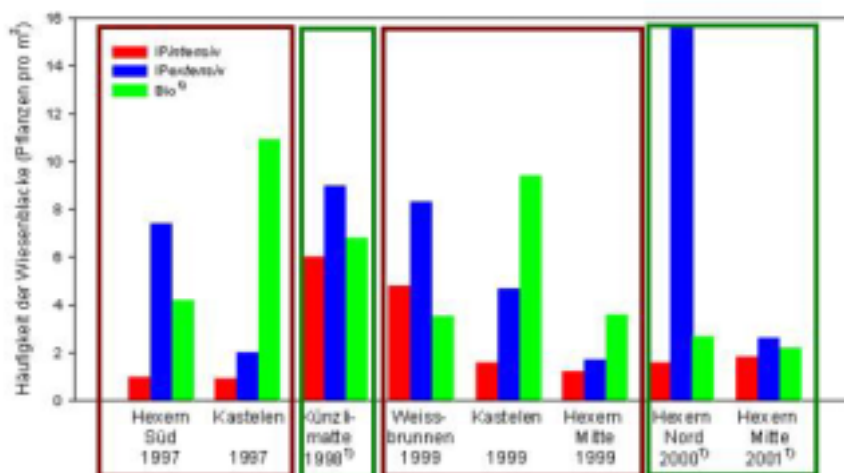


Semis d'une prairie artificielle en semis direct



Semis direct réussie d'une prairie artificielle sur l'exploitation 'Burgrain', 2002

Semis direct en Agriculture Biologique



⁰ Bio avec semis direct sans travail du sol

La population des rumex augmente sur différentes parcelles de l'exploitation 'Burgrain' après semis d'une prairie artificielle.

Semis direct en Agriculture Biologique



Semis sous couvert de blé



Etat de la végétation d'une prairie artificielle après récolte de la céréale, Schaffhausen 2004.

12.08.2005 09:18 15/...

agroscope
FAL RECKENHOLZ

Semis direct en Agriculture Biologique

Perspectives : mulch vivant

- Le sol est protégé en permanence par un couvert végétal : limite le salissement en m. h., stabilité de la structure, développement des auxiliaires, restitution d'éléments nutritifs.
- Image : prairie naturelle (Naturwiese)
- Couverts : légumineuses et entre autres trèfle blanc
- Les cultures sont semées sans détruire le couvert du sol.



12.08.2005 09:18 16/...

agroscope
FAL RECKENHOLZ



Semis direct en Agriculture Biologique

Perspectives : mulch vivant

- Contrôle de la couverture du sol avec un matériel à mulch



agroscope
FAL RECKENHOLZ

12.07.2006 09:18:17 / ...



Semis direct en Agriculture Biologique

Perspectives : mulch vivant

- Exigences : le couvert se comporte souvent comme une 'Super-Adventice', en particulier pendant le tallage des céréales.
- Le système 'mulch vivant' est encore très jeune, on ne dispose que des premières expériences:

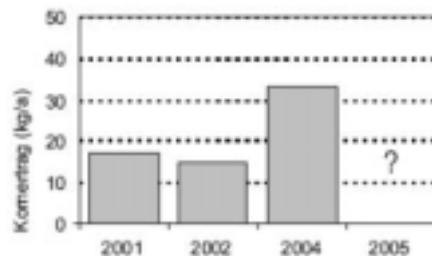


Abbildung 3: Entwicklung der Kornträge von Winterweizen (Sorte Titlis), kultiviert in Weissklee-Lebendmulchen. Die Angaben der Jahre 2002 und 2004 sind Mittelwerte von zwei Standorten.

agroscope
FAL RECKENHOLZ

12.07.2006 09:18:17 / ...

Semis direct en Agriculture Biologique

Conclusions

- Il existe encore relativement peu d'expériences pour les TSL en Agriculture Biologique
- En conditions favorables (par ex. Pas de pb adventices, bonne structure du sol) une réduction de l'intensité du travail du sol est envisageable en Agriculture Biologique.
- Il existe déjà des exemples de semis directs réussis en AB.
- Le contrôle des mauvaises herbes dans les cultures – notamment d'espèces pérennes à feuilles larges – doit être amélioré.

12.09.2006 09:19 / ...

 agroscope
FAL RECKENHOLZ

Merci pour votre attention !



12.09.2006 09:20 / ...

 agroscope
FAL RECKENHOLZ

Semis direct du maïs: comparaison des



Alphatec-Kinze

A la base de cette machine se trouvent les éléments semeurs d'une Kinze D5 2000 Mono-graine Semis direct. La machine originale ne permet pas des écartements inférieurs à 75 cm entre les rangs. Comme le propriétaire de cette machine voulait également semer des betteraves sucrières, il devenait, afin de permettre un écartement de 50 cm, nécessaire de revoir la construction du châssis. Les disques perforés et les disques ondulés sont comparables à ceux du MacMerge de John Deere. Afin d'améliorer la précision du semis, le fertiliseur d'origine a été remplacé par de lourds disques ondulés. Afin d'assurer le contact, le poids a, comparativement à la machine originale, été augmenté. L'engrais n'est pas positionné dans le sol mais en surface, devant les disques ondulés.

Le semis direct de maïs après prairie est exigeant et nécessite l'utilisation de machines performantes. Différentes machines ont été, durant 3 ans, testées dans les conditions réelles. Dans un cas seulement, des grosses différences de rendement ont pu être observées.

**Bernhard Streit, Agroscope FAL
Reckenholz, Zurich**

**Wolfgang G. Sturny, Service de
l'environnement et de l'agriculture
du canton de Berne, Zollikofen**

**Hanspeter Lauper, Association
suisse pour une agriculture respec-
tueuse du sol (Swiss No-till).**

En 2004, ce sont environ 12 000 hectares qui ont, en Suisse, été semés selon la technique du semis direct. Cela équivaut à environ 3% des terres ouvertes. À côté des céréales, des prairies et des engrais verts, c'est approximativement 1 000 hectares de maïs qui ont été cultivés selon cette technique respectueuse du sol. Il est courant, avant un semis de maïs, de recourir à une prairie intermédiaire de ray gras italien. Souvent, la récolte de ce fourrage se fait sur des sols mouillés; les machines laissent alors des traces et provoquent un compactage du sol. De plus, la présence d'herbes empêche le semis et nécessite un désherbage adapté.

Situation délicate

Le succès du semis direct dans des cas aussi extrêmes ne peut être assuré que grâce à l'utilisation de la technique de semis la mieux adaptée. Jusqu'à présent, et quasiment sans

exception, seules des machines à semer avec des socs à deux disques étaient proposées avec lesquelles une pression de plus de 200 kg pouvait être produite. Malgré cela, des trous dans les maïs ont pu, par le passé, être observés et attribués aux conséquences de problèmes intervenus durant le semis. Dans beaucoup de cas, le sillon n'était pas refermé, la graine de maïs n'était alors pas totalement recouverte. Il pouvait également se rouvrir durant les stades jeunes du maïs, notamment lors de semis dans des sols mouillés et argileux suivi d'une période de sécheresse provoquant ainsi la déchirure des racines du maïs. Forts de ce constat et afin que de tels désagréments ne se reproduisent plus, quelques agro-entrepreneurs poursuivent le développement de leur machine destinée au semis direct du maïs. Ces modifications ont essentiellement porté sur l'augmentation de la pression au semis ou sur les socs.

Description de l'essai

Dans le cadre d'un projet d'une durée de 3 ans, Agroscope FAL Reckenholz, Station fédérale de recherches en agrécologie et agriculture, a, en collaboration avec l'association Swiss No-till et le service de l'environnement et de l'agriculture du canton de Berne, comparé ces modifications. Le but était de connaître l'influence, dans des conditions extrêmes, de différents semoirs sur le développement et le rendement de maïs grain cultivé en semis direct. Pour cet essai, le choix s'est porté sur cinq machines: John Deere MaxEmerge, Alphatec-Kinze, Semeato, Cross Slot et Prototype de la FAL.

L'essai a été conduit de 2002 à 2004 sur un site. Les parcelles d'essais sont pavées en humus de type limoneux-sableux et ont été travaillées depuis plusieurs années en par semis direct. La lutte contre les adventices ainsi que la fumure est conforme aux recommandations officielles. Un herbicide non-sélectif a systématiquement été appliqué avant le semis. Lors du semis, un apport de 200 kg/ha d'engrais (15/15/0/2 + CaCO₃) a toujours été effectué. L'essai comprend 3 répétitions séparées d'une largeur de machine soit 4 rangs de maïs et porte sur toute la longueur du champ. La récolte a été réalisée par répétition à l'aide d'une moissonneuse-batteuse. Outre le rendement, la vitalité des plantes a également été mesurée et exprimée par la densité, la hauteur des plantes à la floraison et le diamètre à la base de la tige. Lors de la dernière année d'essai, l'espacement entre les plantes sur la ligne a également été relevé dans le but de connaître la précision au semis.



Afin de permettre la comparaison des résultats de plusieurs années, ce sont les valeurs relatives et non absolues qui ont été valorisées, valeurs correspondantes à la moyenne de chaque année.

Rendement satisfaisant avec toutes les machines

Les rendements moyens obtenus en 2002 et 2004 sont comparables à ceux obtenus dans la région (voir tab. p. 23). Lors des conditions particulièrement sèches de 2003, ils sont même clairement supérieurs.

Prototype de la FAL

Pour un semis en sol dur, l'utilisation de socs piqueurs, tels que ceux utilisés fréquemment en Amérique du Nord, serait certainement plus adéquate que des socs à disques. En comparaison, les socs piqueurs nécessitent, pour garantir le semis, une pression inférieure à celle des socs à disques. De plus, le contact sol-graine est souvent meilleur. C'est principalement à cause du risque d'obstruction de la trémie que les semoirs monograines ne sont, jusqu'à présent, pas utilisés chez nous. Les machines à socs piqueurs sont plus légères que celles utilisées actuellement en Suisse et nécessitent moins de puissance. Afin d'acquiescer quelques expériences avec ce type de socs, la FAL de Reckenholz a construit un prototype en partant d'une trémie Amazone. C'est tout le fertiliseur et les socs semeurs sont séparés, conçus comme des socs en pied de carant; ainsi l'engrais et les semences sont, comme pour le Cross Slot, déposés latéralement.

Caractéristiques principales des machines utilisées

Marque	Soc semeur	Fertiliseur	Système de dosage	Poids
John Deere MaxEmerge	Soc à doubles disques	Soc à un disque	John Deere	2100 kg
Alphatec-Kinze	Soc à doubles disques	Disque ondulé Yetter	Kinze	4000 kg
Semeato (Prototype)	Soc à doubles disques	Monodisque «Bulbotines»	Nodet	2500 kg
Cross Slot (Prototype)		Cross Slot	John Deere	2300 kg
Prototype de la FAL (Prototype)	Soc piqueur/ Monodisque	Soc en pied de carant	Amazone	2400 kg



Cross Slot

Des recherches scientifiques menées en Nouvelle-Zélande ont démontré que, lors de semis à l'aide de socs piqueur ou à disques, le microclimat pour la germination n'était, notamment lors de conditions humides ou sèches, pas optimal. Les chercheurs ont donc développé le soc Cross Slot, combinaison qui intègre la dent dans le disque crénelé. Les graines sont, grâce à des ailettes, déposées sur un des côtés du disque alors que l'esgrain vient se positionner de l'autre côté. L'avantage majeur de ce système consiste, grâce au dépôt latéral, à garantir le contact graine-sol et d'éviter l'obstruction de la trémie. Ce soc semeur a été monté sur un semoir John Deere MaxEmerge existant. Cependant, pour assurer une profondeur régulière, il a été mis en évidence que la pression sur le soc devait être supérieure au poids de la machine. C'est pourquoi, l'agriculteur a modifié l'attelage 3 points de son tracteur (John Deere 6420) afin que le poids de face arrière puisse être transféré des bras inférieurs sur la machine.

Les différences de rendement entre les machines n'ont pas été grandes, seule une différence de 10% entre le prototype de la FAL et la machine Cross Slot a été statistiquement significative. Pour la densité, des grosses différences ont pu, en partie, être observées. Cependant, il n'a pas toujours été possible de trouver une relation entre le rendement et les différentes densités. Ainsi, dans le cas de l'Alphatec-Kinze et du prototype de la FAL, le rendement avec l'Alphatec-Kinze est nettement supérieur alors que les densi-

tés sont identiques. La plus faible densité a, comme on pouvait s'y attendre, été compensée par un plus fort diamètre de la tige pour la variante Alphatec-Kinze mais pas pour la variante prototype FAL. L'explication de cette différence de comportement de la plante est certainement à rechercher dans la précision du semis. Dans la variante prototype FAL, un espacement entre les plantes de moins de 5 cm était significativement plus fréquent que dans la variante Alphatec-Kinze. Cela a certainement provoqué une concurrence plus

importante entre les plantes conduisant à une réduction du rendement. Dans la variante Cross Slot, un semis irrégulier comparable n'a pas influencé aussi visiblement le rendement. Il est donc probable que d'autres paramètres, comme par exemple le développement des racines, qui n'ont pas été pris en compte dans notre recherche, aient influencé la formation de la récolte.

Le semis direct après prairie est possible

Notre recherche de 3 ans montre qu'il est possible d'utiliser, après prairie et avec succès, la technique du semis direct. De bons rendements ont pu être réalisés avec les machines testées. Cela présuppose, néanmoins, que le sol est déjà cultivé selon cette technique depuis plusieurs années et que la technique de semis est appropriée. De plus, la technique de semis doit permettre de garantir un dépôt régulier des semences afin d'obtenir une densité régulière. De nouveaux développements au niveau de la technique du semis, comme l'a montré par exemple le Cross Slot, peuvent apporter des avantages.

Les socs ainsi que les disques sont généralement optimisés par les fabricants. Les

John Deere MaxEmerge

Les semoirs de la série Max Emerge (1750, Conservation) de John Deere sont les plus répandus en Sicile (environ 10 machines). C'est pourquoi, ce type de machines fait un peu office de référence. La machine utilisée est équipée de disques ondules et de coutres supplémentaires devant l'organe semoir (voir tab. p. 21). L'engrais est déposé, à l'aide d'un soc à disque, à environ 5 cm à côté et 5 cm au-dessous de la graine. Cette machine, à l'origine traînée, a été modifiée par l'agriculteur pour la fixer aux 3 points. Non seulement, les manœuvres sont ainsi simplifiées mais il est également possible, avec le bras supérieur, d'exercer une pression supplémentaire sur les socs et donc d'améliorer le semis.





Semeato

Le châssis, les éléments semeurs ainsi que le fertiliseur correspondent à la Semeato SHM 11,0 Semis direct. Les graines sont poussées à l'aide d'un double soc à disques alors que l'engrais est apporté, grâce au soc guillotine caractéristique de Semeato, au-dessous de la graine. Afin à nouveau d'améliorer la manabilité de la machine, celle-ci a été modifiée pour permettre une fixation aux 3 points. Après 2 ans d'essais, les distributeurs mécaniques Semeato ont, en 2004, été remplacés par des distributeurs pneumatiques Nodet. En effet, le changement des caissettes de semences était difficile à réaliser.

modifications des socs conduisent rapidement à des distances irrégulières entre les graines. Ainsi, dans les cas du Cross Slot et du prototype de la FAL, des densités irrégulières ont été observées malgré des installations de

dosage de John Deere ou d'Amazone très précis. Cette irrégularité réduit la densité et, dans le cas du prototype de la FAL, conduit à une diminution de la récolte.

Finalement, il reste à espérer que le déve-

loppement du semis direct se poursuive et permette, même dans les conditions difficiles, d'assurer le rendement. ■

Valeurs relatives moyennes des rendements de l'essai de trois ans et quelques paramètres relatifs à la plante


Machine	Rendement en grain (14% d'humidité)	Densité	Hauteur de la plante à la floraison	Diamètre de la tige	Distance entre les plantes <5 cm
John Deere	103ab ¹	110a	100	98	76ab
Alphatec-Kinze ¹	99ab	95c	100	104	78ab
Semeato ¹	100ab	102a	100	98	66b
Cross Slot	104a	100bc	101	102	132ab
Prototype de la FAL	94b	95c	99	99	140a
Moyenne annuelle (100%)					
2002 (Variété: US 2227)	8 227 kg/ha	8,3 Pl./m ²	258 cm	1,8 cm	
2003 (Variété: LG 2346)	9 366 kg/ha	8,4 Pl./m ²	258 cm	1,9 cm	
2004 (Variété: Romario)	11 232 kg/ha	9,7 Pl./m ²	297 cm	2,0 cm	1,28 /m ²

¹ Les données de la première année n'ont pas, suite à des problèmes techniques lors du semis, été prises en compte.

² Les valeurs moyennes d'une rubrique avec différentes lettres sont significativement ($p < 0,05$) différenciées les unes par rapport aux autres.

CONNAISSANCES ACQUISES SUR LES TECHNIQUES SANS LABOUR EN VALLEE DU RHIN : principaux résultats du projet ITADA

Eric GRANVEAUX (ARAA) et Thomas HÖLCHER (ANNA)



Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional sur le travail du sol simplifié – Alternatives au labour

Hölscher, T., Granveaux, E., Müller-Sömann, K., Koller, R., Maier, J. und Vetter, R.

Projet ITADA 01

Objectif

Méthodes

Résultats enquête prescripteurs

↳ Chef de projet :

- F: Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA), Schiltigheim



↳ Partenaires :

- D: Institut für umweltgerechte Landwirtschaft (IfuL), Müllheim
- maître d'oeuvre :
Agentur für nachhaltige Nutzung von Agrarlandschaften (ANNA), Müllheim
- CH: Agroscope FAL, Zürich-Reckenholz


↳ Durée : 2003-2005

↳ Financement :

- ✓ INTERREG III Rhin supérieur Centre-Sud
- ✓ Ministère de l'Espace Rural et de l'Alimentation (MLR) Bade-Wurtemberg (D)
- ✓ Région Alsace, Etat Français, Agence de l'Eau Rhin-Meuse (F)
- ✓ Cantons Argovie et Bâle-Campagne (CH)

Forum ITADA.09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional sur le travail du sol simplifié – Alternatives au labour

Projet ITADA 01

Objectif

Méthodes



Résultats enquête prescripteurs

Objectifs du projet :

- ↳ établir un référentiel sur les atouts et contraintes du travail du sol simplifié (TSL : techniques sans labour)
- ↳ sous les angles agronomique, environnemental et économique

Résultats :

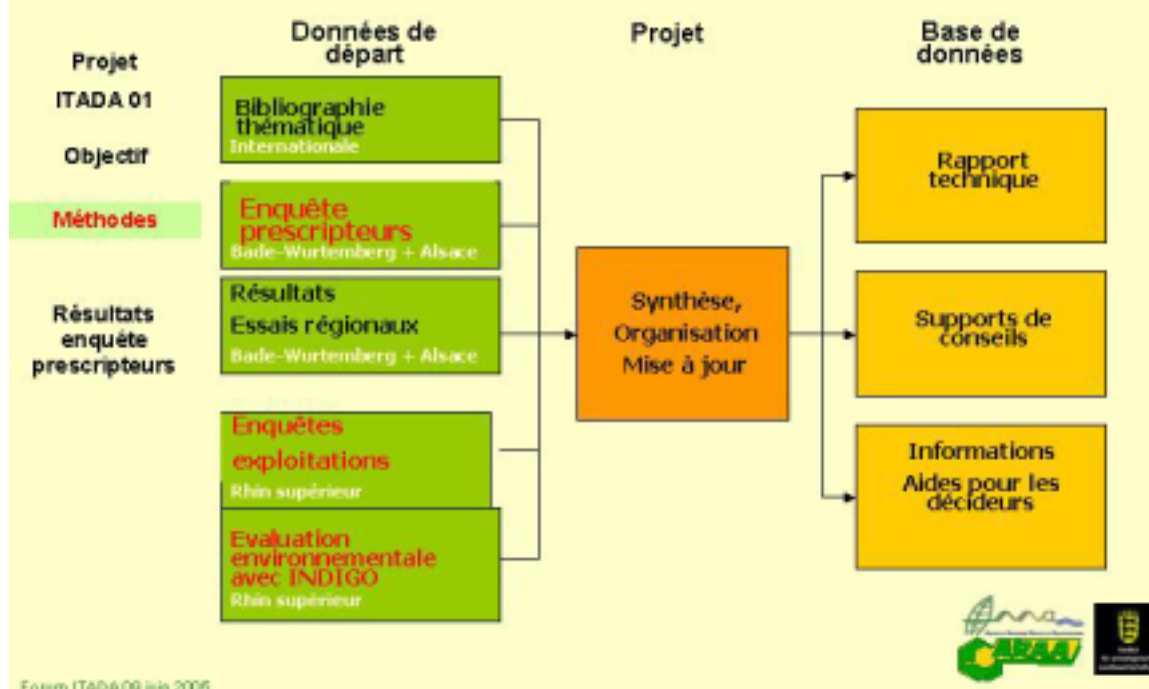
- ↳ Élaboration d'aides à la décision et de supports pour le conseil
- ↳ Production d' informations sur les pratiques et les perspectives de succès
- ↳ Production de bases fondées pour les pouvoirs publics décideurs pour l'appréciation de ces pratiques et leur soutien éventuel

Forum ITADA.09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*



Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

➤ Enquête auprès des prescripteurs (T. Hölscher –ANNA)

Projet ITADA 01	Buts :
Objectif	relever les positions et les avis sur les effets des techniques sans labour (TSL) ainsi que les motivations de base et les freins
Méthodes	
Résultats enquête prescripteurs	Groupes enquêtés : <ul style="list-style-type: none">• Praticiens (agriculteurs qui appliquent des TSL) (AGRICULTEURS)et• Prescripteurs : administratifs et conseillers qui influencent l'avis des agriculteurs (PRESCRIPTEURS)

Forum ITADA09 juin 2005

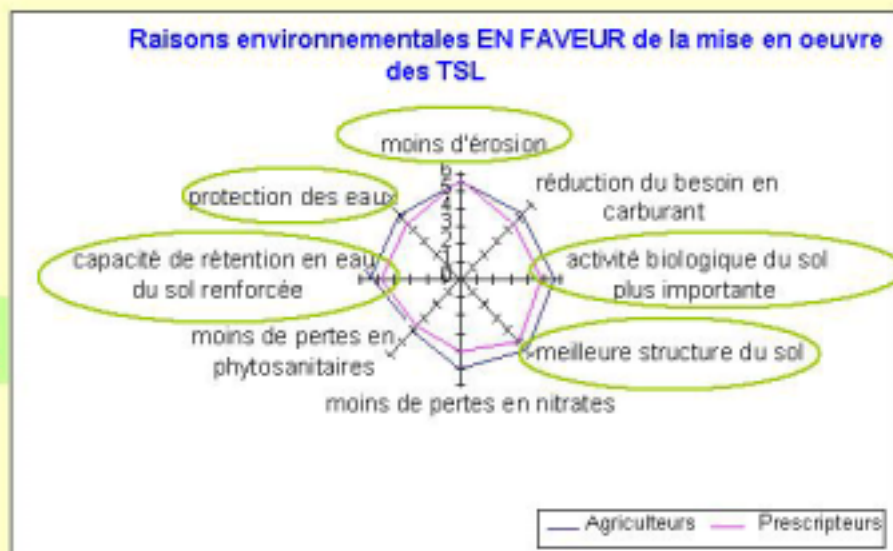




Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

Projet
ITADA 01
Objectif
Méthodes

Résultats de
l'enquête
prescripteurs



6 = très important; 5 = assez important; 4 = neutre;
3 = plutôt pas important; 2 = pas important 1 = faux



Forum ITADA 09 juin 2006



Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

Projet
ITADA 01
Objectif
Méthodes

Résultats de
l'enquête
prescripteurs



6 = très important; 5 = assez important; 4 = neutre;
3 = plutôt pas important; 2 = pas important 1 = faux



Forum ITADA 09 juin 2006

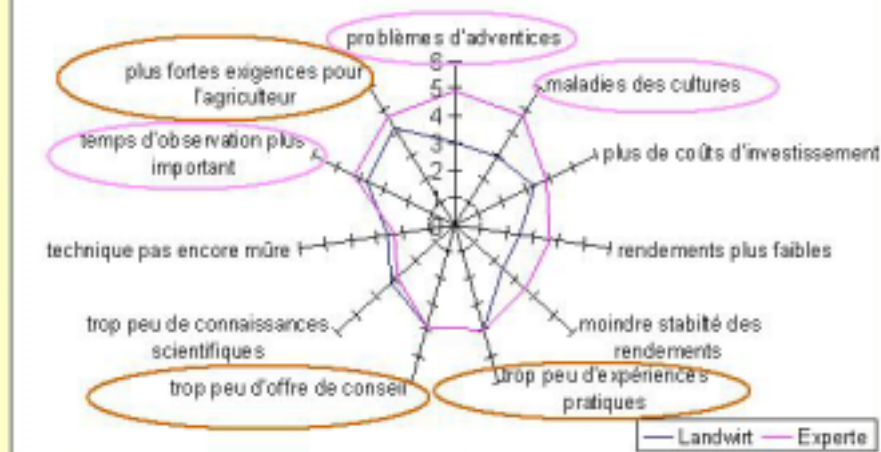


Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

Projet
ITADA 01
Objectif
Méthodes

Résultats de
l'enquête
prescripteurs

raisons CONTRE la mise en œuvre des TSL



6 = très important; 5 = assez important; 4 = neutre;
3 = plutôt pas important; 2 = pas important 1 = faux



Forum ITADA 09 juin 2006

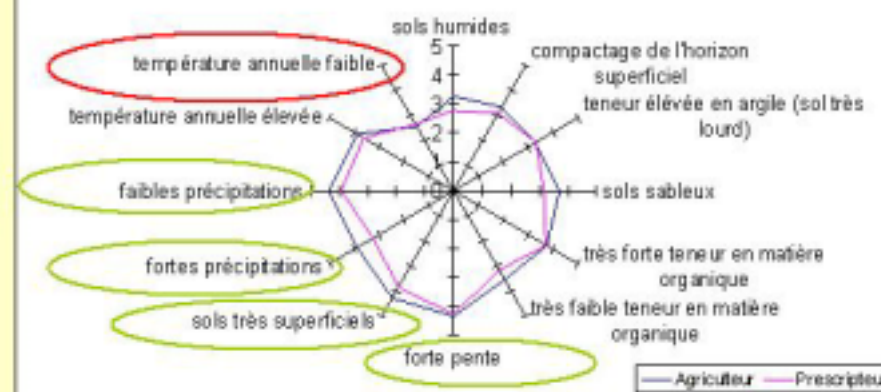


Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

Projet
ITADA 01
Objectif
Méthodes

Résultats de
l'enquête
prescripteurs

Effet de différentes caractéristiques du sol et du site sur la
faisabilité des TSL



6 = très important; 5 = assez important; 4 = neutre;
3 = plutôt pas important; 2 = pas important 1 = faux



Forum ITADA 09 juin 2006



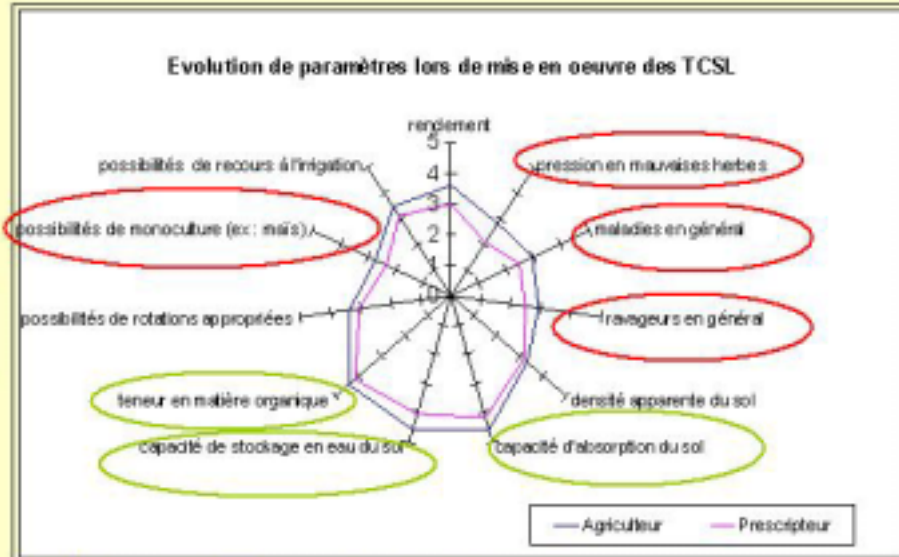
Programme ITADA III :
 Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
 sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

Projet
 ITADA 01

Objectif

Méthodes

Résultats de
 l'enquête
 prescripteurs



6 = très important; 5 = assez important; 4 = neutre;
 3 = plutôt pas important; 2 = pas important 1 = faux



Forum ITADA09 juin 2006



Programme ITADA III :
 Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
 sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

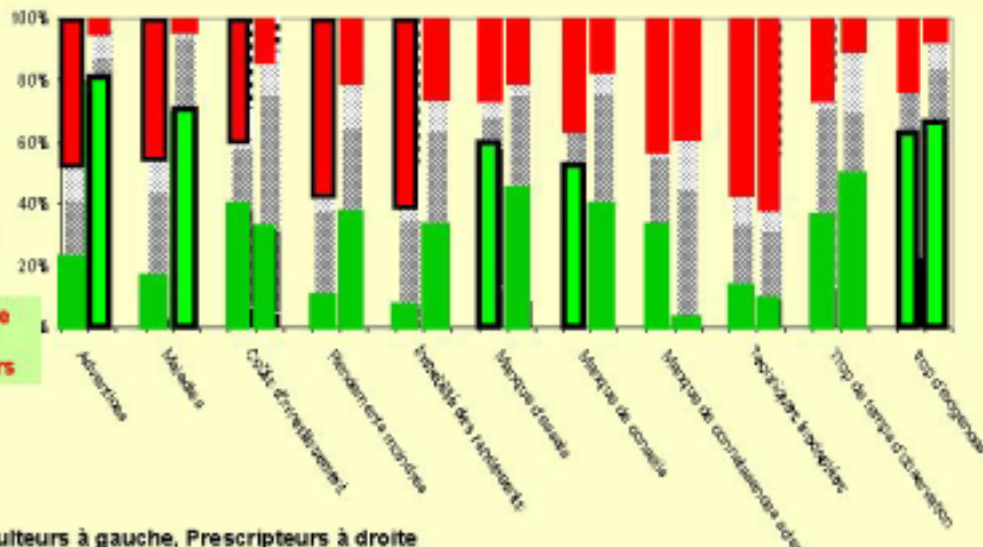
Raisons contre le passage aux TSL

Projet
 ITADA 01

Objectif

Méthodes

Résultats de
 l'enquête
 prescripteurs



Agriculteurs à gauche, Prescripteurs à droite

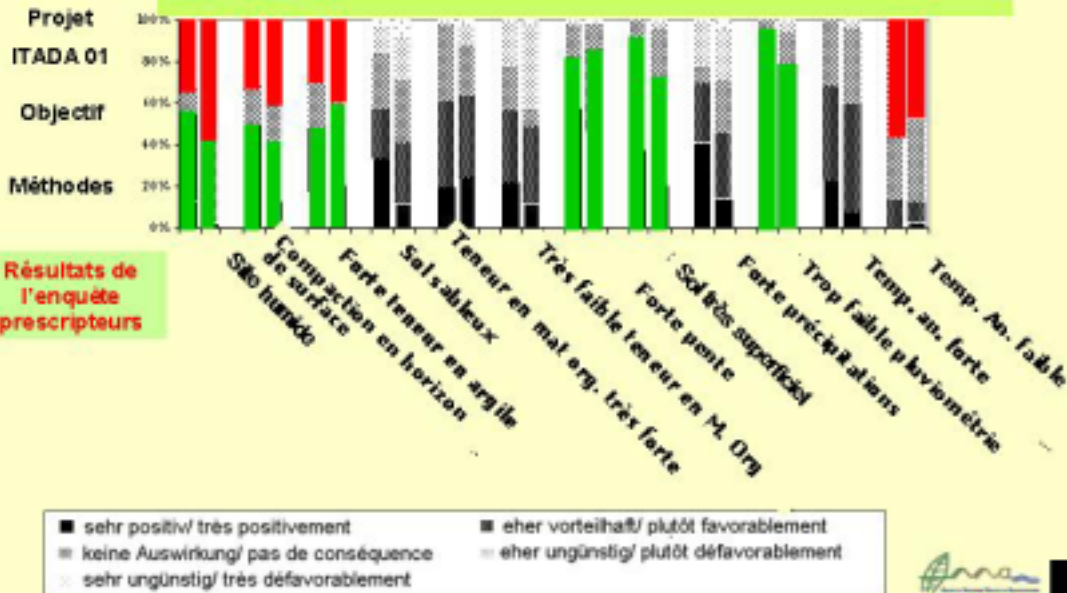


Forum ITADA09 juin 2006



Programme ITADA III :
 Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
 sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

Effet de différentes caractéristiques du sol et du site sur la faisabilité des TSL



Programme ITADA III :
 Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
 sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

raisons EN FAVEUR de la mise en œuvre des TSL

Projet ITADA 01

Objectif

Méthodes

Résultats de l'enquête prescripteurs



6 = très important; 5 = assez important; 3 = neutre ;
 3 = plutôt pas important; 2 = pas important 1 = faux



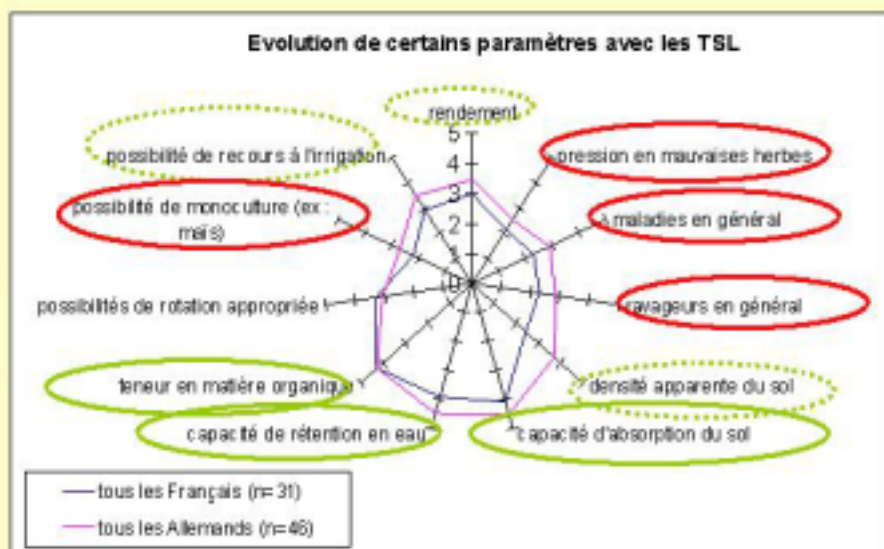
Forum ITADA 09 juin 2006



Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

Projet
ITADA 01
Objectif
Méthodes

Résultats de
l'enquête
prescripteurs



1 = très défavorable ; 2 = assez défavorable ; 3 = neutre ;
4 = plutôt avantageux ; 5 = très positif



Forum ITADA 09 juin 2006



Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d' un référentiel régional
sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

Projet
ITADA 01
Objectif
Méthodes

Résultats de
l'enquête
prescripteurs

Résumé :

- Les praticiens sont plus positifs dans leurs appréciations sur les TSL que les prescripteurs, entre autre pour les maladies, ravageurs et adventices et pour la productivité
- les allemands s'avèrent légèrement plus positifs que les Français
- les principales motivations en Rhin supérieur :
 - environnement
 - lutte contre érosion, protection des eaux, réserve en eau du sol,
 - économique
 - économie du travail, meilleure structure et portance du sol, baisse des charges
- Freins :
 - agriculteurs
 - peu d'expériences , peu de conseil spécialisé, plus d'exigences
 - prescripteurs
 - mauvaises herbes et maladies et ravageurs- impossibilité de monoculture de maïs
- Incertitudes pour des sols argileux, à humidité persistante et pour des sols compactés



Forum ITADA 09 juin 2006



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le
travail du sol simplifié

PRATIQUES des AGRICULTEURS en TSL

**Cibler les perspectives de réussite
des Techniques Sans Labour (TSL)
dans le Rhin Supérieur**

Eric GRANVEAUX, ARAA

Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le
travail du sol simplifié

Échantillon

**Diversité des
systèmes**

Motivations

Phase
d'adaptation

Résultats
techniques

Bilan

Objectif de l'échantillonnage

- ✓ **Faisabilité des TSL dans les conditions rhénanes...**
- ... conditions pédoclimatiques**
- ... pour des systèmes d'exploitation différents**

Résultats



Échantillon: 37 EA (D+F)

Avec de la diversité...

Forum ITADA 09 juin 2005

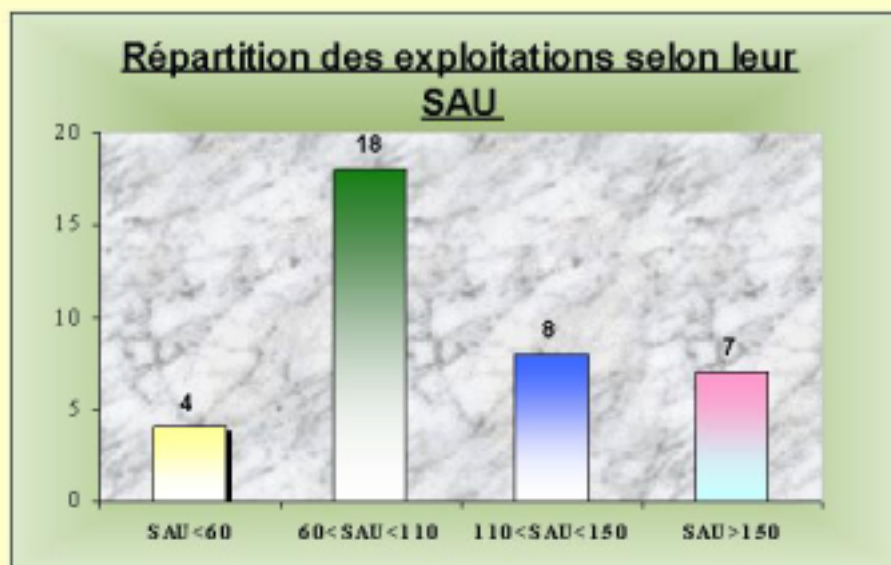




Diversité des systèmes d'EA ⁽²⁾

Diversité des systèmes

Motivations
Phase d'adaptation
Résultats techniques
Bilan



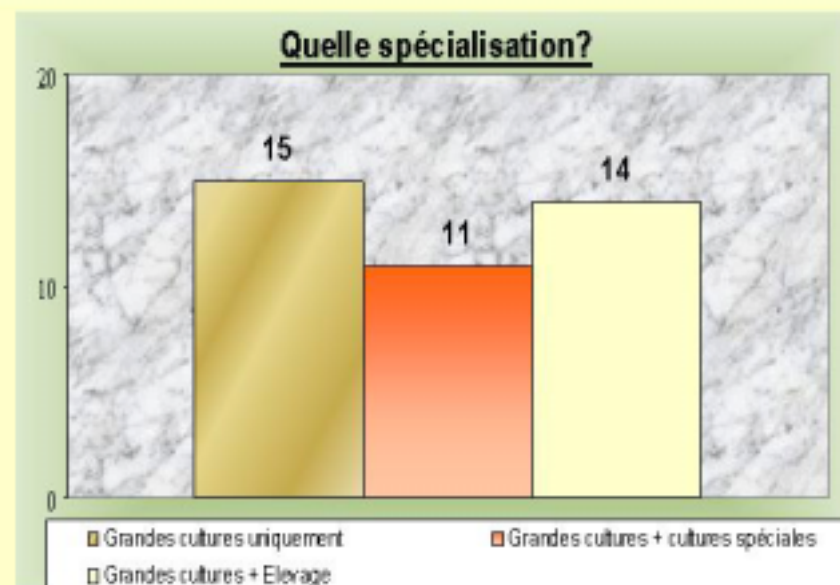
Forum ITADA 09 juin 2005



Diversité des systèmes d'EA ⁽³⁾

Diversité des systèmes

Motivations
Phase d'adaptation
Résultats techniques
Bilan



Forum ITADA 09 juin 2005





Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

Diversité des systèmes d'EA (4)

Diversité des systèmes

Motivations

Phase d'adaptation

Résultats techniques

Bilan



Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

Diversité des systèmes d'EA (6)

Diversité des systèmes

Motivations

Phase d'adaptation

Résultats techniques

Bilan

Les productions autres que les grandes cultures
présentent des contraintes de travail spécifiques

- Astreinte quotidienne
- Temps de travail
- Pointes de travaux

modifient la gestion financière de l'EA

- mobilisent une part des investissements
- MAIS**
- offrent une sécurité financière

Forum ITADA 09 juin 2005





Motivations du passage aux TSL (1)

Diversité des
systèmes

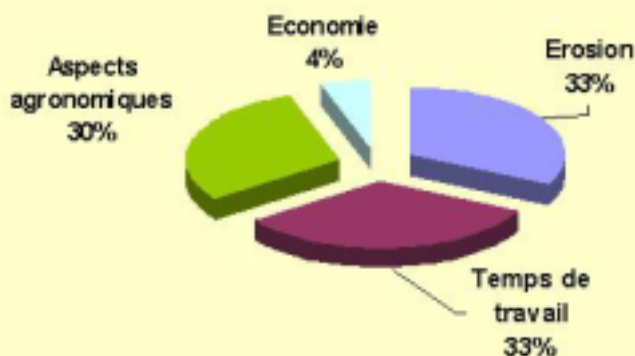
Motivations

Phase
d'adaptation

Résultats
techniques

Bilan

« Érosion » et « aspects agronomiques » liés à la
localisation géographique des EA



« Temps de travail » lié au type d' EA



Phase d'adaptation aux TSL

Diversité des
systèmes

Motivations

Phase
d'adaptation

Résultats
techniques

Bilan

Facteurs d'échec du passage aux TSL

→ absence d'essais partiels

- * achat de matériel sans essais partiels préalables de ce matériel
- * idée que « le matériel fait le non-labour » (approche agronomique négligée)

Conclusion

- Favoriser les essais partiels
- Développer l'approche agronomique





Mesures d'accompagnement

Diversité des systèmes

Motivations

Phase d'adaptation

Résultats techniques

Bilan

Accompagnement technique

– Rôle du technicien

- ✓ Pour ne pas véhiculer d'expériences négatives
- ✓ Pour persévérer après les premiers essais

- ✓ Lever les « freins psychologiques » :
« propreté du champ »

- ✓ Élaborer un nouveau référentiel d'observations pour l'agriculteur

Accompagnement financier

– Rôle des collectivités

- ✓ Au titre du risque financier encouru, et des pertes de rendement les premières années

Forum ITADA 09 juin 2005



Les ITK relevés

Type de sols et correspondances avec la typologie des sols de la plaine d'Alsace (cf Guide des Sols)	Monoculture de maïs	Maïs de maïs	Maïs de blé (ou de colza)	Maïs de betterave sucrière	Blé (ou orge d'hiver ou pois d'hiver) de maïs
limons loess 22	2,3,10		29,34		2,25,29,34
limons loess 21	10	8	18,29		8,29
limons argileux 13&15	9,17	15	11		11
argile limoneux 15	9,17,15		11		11
limons sableux (ou sablo-argileux) 15&17	9,16,22,26		20		17,29
Hardt rouge (ou grise) sup 11		1		1	
argiles humifères 16	3,21,15				
argiles lourdes 11, 13, 16	2,14				
argile calcaires 32	3	8			8
sablo limoneux 12&22	6,21,22,23,24,27,36	12			6,37
sablo argileux 11&16	12,16,26	15			24

Forum ITADA 09 juin 2005





Enseignements sur les ITK maïs

Diversité des
systèmes

Motivations

Phase
d'adaptation

Résultats
techniques

Bilan

✚ Sol

→ La préservation d'une bonne structure du sol est plus importante qu'en labour et se prépare sur le précédent

- ✓ Interventions en conditions ressuyées (bêche)
- ✓ Jumelages ou pneus basse-pression
- ✓ Maintien d'un sol nivelé

✚ Interventions

- ✓ Broyage systématique
- ✓ Déchaumage pour faire évoluer les résidus
- ✓ Mise en place d'un couvert « structurant »: **21 agris**
- ✓ Travail profond selon l'état de la structure et le type de sol
- ✓ Utilisation d'un glyphosate selon les cas: **17 agris**
- ✓ Reprise: vigilance sur les conditions de ressuyage
- ✓ Semis: outil à disques et chasse-mottes
- ✓ Fertilisation: pas de différences
- ✓ Désherbages: plus de technicité

Forum ITADA 09 juin 2005



L'utilisation du matériel

Diversité des
systèmes

Motivations

Phase
d'adaptation

Résultats
techniques

Bilan

✚ Matériel de travail du sol pour le maïs

- ✓ Large gamme de matériel utilisable
- ✓ Possibilité d'utilisation de matériel de préparation traditionnel
- ✓ Semoirs à disques (**tous les agris**) et équipés de chasse-mottes rotatifs ou de disques ouvreurs (**15 agris sur 19 côté français**)
- ✓ Semoirs spécifiques en semis sans préparation du sol
- ✓ Un outil spécifique au moins est utilisé sur deux tiers des exploitations: **25 agris sur 37**
- ✓ Peu de recours à l'entreprise ou de matériel en CUMA pour le travail du sol: **respectivement 4 et 1 agris**

Forum ITADA 09 juin 2005





Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

Monoculture de maïs et irrigation

	Échantillon	Exploitations en NL total sur maïs	Raisons du labour
Diversité des systèmes	Maïs 32 EA	23 EA	Équipement matériel pour le maïs: 5 EA Terres argileuses: 4 EA
Motivations	↓		
Phase d'adaptation	Parcelles en monoculture de maïs 21 EA	17 EA	Équipement matériel: 1 EA Terres argileuses: 3 EA
Résultats techniques	↓		
Bilan	Parcelles irriguées 7 EA	7 EA	Système le plus rentable

→ Plus que la culture du maïs, les terres argileuses froides et humides posent problème en TSL et restent parfois labourées avant un blé

Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

Mycotoxines

- | | |
|-----------------------------|--|
| Diversité des systèmes | ✚ Deux éleveurs de porcs qui consomment en interne leur blé, récolté sur un précédent maïs |
| Motivations | ✓ broyage – déchaumage profond
✓ 1 à 2 traitements spécifiques contre la fusariose |
| Phase d'adaptation | 🌀 |
| Résultats techniques | Analyses de mycotoxines 3 fois par an ne révèlent pas de concentration supérieure aux normes futures
Pas d'incidence sur la reproduction ou la croissance des porcs |
| Bilan | ✚ Des rotations à faibles risques sont mises en place
✓ Maïs – pois d'hiver ou féverole de printemps – blé hiver
✓ Maïs – colza printemps – blé hiver
✓ Maïs – orge hiver – blé hiver |

Forum ITADA 09 juin 2005





Diversité des
systèmes

Motivations

Phase
d'adaptation

Résultats
techniques

Bilan

Les TSL: un choix de l'agriculteur

- ✓ Motivations diverses pour les TSL
- ✓ Facteurs déclencheurs multiples: érosion, opportunité d'essais de matériel, évolution de l'exploitation (MO, surface, productions)
- ✓ Techniques exigeantes: observation, technicité, approche agronomique, prise de risque



Diversité des
systèmes

Motivations

Phase
d'adaptation

Résultats
techniques

Bilan

Résultats agronomiques et économiques probants...

- ✓ Prévention de l'érosion
- ✓ Diminution des charges et du temps de travail réelle mais variable: taille d'exploitation, investissements en matériel, surface exploitée

Des perspectives pour les TSL dans le Rhin Supérieur...

- ✓ Exploitations de toute taille/systemes différents
- ✓ Large gamme d'ITK mais des constantes





Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le
travail du sol simplifié

Propositions

Diversité des
systèmes

Motivations

Phase
d'adaptation

Résultats
techniques

Bilan

Programme d'accompagnement pour les agriculteurs qui débutent en TSL

- ✓ **Contacts pour faciliter les essais / Réseau d'échanges**
- ✓ **Diagnostic individuel**
- ✓ **Approche Fonctionnement des sols cultivés en TSL**

Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le
travail du sol simplifié

Perspectives

Diversité des
systèmes

Motivations

Phase
d'adaptation

Résultats
techniques

Bilan

Attentes des agriculteurs sur les TSL

- ✓ **Vers plus de simplification: possibilités du semis direct**
- ✓ **Des doutes...: année humide, comportement du maïs en l'absence de travail profond, maladies et adventices, qualité du semis, coût du matériel, ..**

Références supplémentaires nécessaires

- ✓ **Sensibilité des systèmes en TSL aux mycotoxines**
- ✓ **Impacts économiques et environnementaux**
- ✓ **TSL en sols argileux lourds**
- ✓ **Adoption de rotations et du semis direct sous couvert**
- ✓ **Recherche d'alternatives au glyphosate**

Forum ITADA 09 juin 2005





Évaluation agro-environnementale des TSL

Méthode INDIGO

Eric GRANVEAUX

Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :

		PRATIQUES CULTURALES										
		GESTION DES FACTEURS DE PRODUCTION					GESTION DE L'ESPACE					
		Pesticides	Azote	phosphore	Irrigation	Energie	Matière organique	Travail du sol	Assolement	Couverture du sol	Éléments non productifs	
MILIEU	EAU SURFACE Qual	*	(±)					+			*?	
	EAU PROFOND Qual	*	(+)	*								
	AIR Qualité	*	*			(+)						
	SOL	Qté de terre					(+)	+	?		*	*?
		Structure					(±)	+	?			
		Qual chim			±		*	-				
	RESSOURCES NON RENOUVELABLES			±		*						
	FAUNE / FLORE	*						+	?	*	*	
	PAYSAGE								*		*	

↓ Azote ↓ Irrigation ↓ Matière ↓ Assolement ↓ Structures
 ↓ Pesticides ↓ Phosphore ↓ Travail du sol ↓ Couverture du sol ↓ Éléments non productifs

INDICATEUR
 (+) impact direct
 (-) impact mineur non prévu
 *? prévus

Succession culturelle
 effet sur la culture → cohérence du système



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

Calcul des indicateurs de la méthode **INDIGO®**

Indicateurs entre **0 et 10** avec une valeur de **référence à 7** (minimum acceptable) calculés à la parcelle et/ou exploitation sur l'année (culturelle ou calendaire)

+ données quantitatives et détails des résultats



Données disponibles sur l'exploitation ou accessibles régionalement (pas de mesure de terrains)

Données sols et climatiques moyennes

(texture, profondeur, bilan hydrique « hiver », T°C, etc.)

Parcellaire + historique

(surface, pente, rotations 4 ans, etc.)

Données sur les cultures

(date de semis, gestion des résidus, interculture, etc.)

Interventions

(Travail sol, phytos, engrais, quantité, incorporation, etc.)

Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

Paramètres de calcul ⁽¹⁾

Indicateur (échelles de calcul)	Principe de calcul
Assolement (I_{As}) - calcul sur exploitation	Nombre de cultures*Répartition des cultures*Taille de parcelle
Succession culturale (I_{SC}) - calcul sur surface cultivée, parcelle, exploitation	Effet précédent*Temps de retour*Diversité des cultures
Matière organique (I_{MO}) - calcul sur zone de fertilisation, surface cultivée, parcelle, exploitation	Comparaison des apports moyens d'humus sur la succession de 4 ans (A_x) aux apports recommandés (AR) (modèle Hénin-Dupuis amélioré)
Phosphore (I_p) - calcul sur zone de fertilisation, surface cultivée, parcelle, exploitation	Comparaison de la dose (X_a) d'engrais assimilable à une dose recommandée (X_{RP}) (Régifert INRA ou par expertise de l'utilisateur).
Azote (I_N) - calcul sur zone de fertilisation, surface cultivée, parcelle, exploitation	(I_N) final est le minimum des trois modules I_{NO_3} , I_{NH_3} , I_{N_2O} (pertes en kg N/ha à l'aide de modèles qui sont comparées à des pertes de référence)

Forum ITADA 09 juin 2005





Paramètres de calcul (2)

Phytos. (I-Phy) - calcul sur zone phyto par substance active, surface cultivée, parcelle, exploitation	Le risque global par substance active ($I\text{-Phy}_{\text{sol}}$) résulte du calcul d'un risque qualitatif pour les eaux souterraines, eau de surface, risque air croisé avec un risque dose.
Irrigation (I_{irr}) - calcul sur zone d'irrigation, surface cultivée, parcelle, exploitation	Bilan hydrique basé sur l'ETM
Energie (I_{En})[*] - calcul sur surface cultivée, parcelle, exploitation	Consommation énergétique liée au machinisme et à l'irrigation ; liée à la fabrication des engrais et des produits phytosanitaires



INDIGO

2 objectifs:

• **Évaluer l'impact global des TSL sur les exploitations; identifier les pratiques et conditions à risque → évaluation à l'échelle de l'exploitation**

• **Comparer les effets du travail du sol en TSL → évaluation d'itinéraires techniques**





Indicateurs sur les exploitations en TSL

Exploitation	Localisation	Indicateur succession culturale (ISC)	Indicateur matière organique (IMO)	Indicateur phosphore (IP)	Indicateur azote (IN)	Indicateur phytos (I-Phy)	Indicateur énergie (En)
TSL - 2	Limons pente	4,3	9,7	6,7	7,1	8,2	6,3
TSL - 1B	Limons pente	4,3	9,8	4,6	6,2	7,2	6,6
TSL - 12	Sables Rhin	2,5	10,0	7,2	3,4	8,0	5,5
TSL - 14	Argiles Rhin	3,2	10,0	5,4	6,5	8,2	5,0

Place importante du maïs

Résidus et TSL

Excès ou déficits

Pratiques de l'agriculteur; choix des cultures par type de sol

Programmes post-levée peu risqués en maïs

Intrants liés aux engrais

Forum ITADA 09 juin 2005



Exploitation 2

4 rotations:

- Maïs-blé
- Maïs-pois hiver-blé
- Monoculture de maïs
- Monoculture de maïs



Limons battants, plus ou moins profonds

Ried blond, profond, nappe d'eau proche

•Couverture du sol systématique après maïs et blé

✓ ITK : entrée rotation

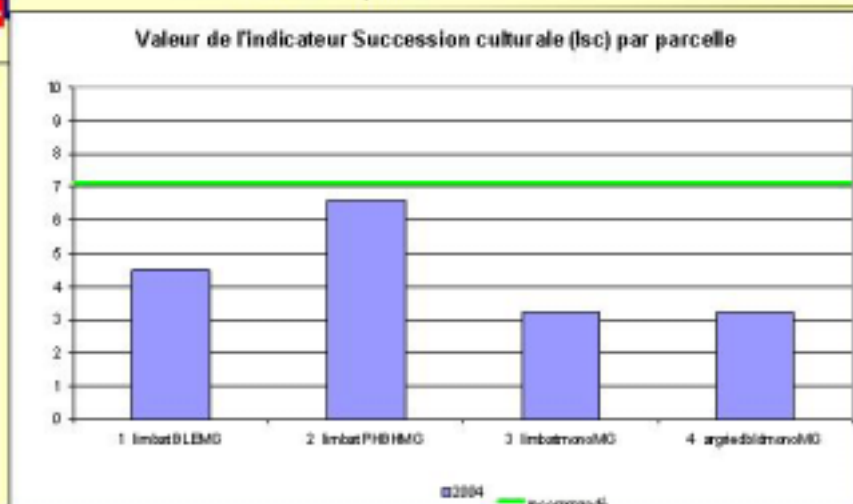
- Pois : semis direct sans broyage, sans fertilisation de fond, sans intervention phyto
- Blé : semis direct sans broyage, sans fertilisation de fond, 30 u d'N en moins après pois, sans désherbage après maïs, avec 1 désherbage après pois
- Maïs : semis direct après décompactage éventuel, résidus broyés, fertilisation potassique une année sur trois en monoculture, absente en rotation; doses de Mikado et Milagro (0.5 L de chaque) diminuées de 40 et 20% en rotation

Forum ITADA 09 juin 2005





Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

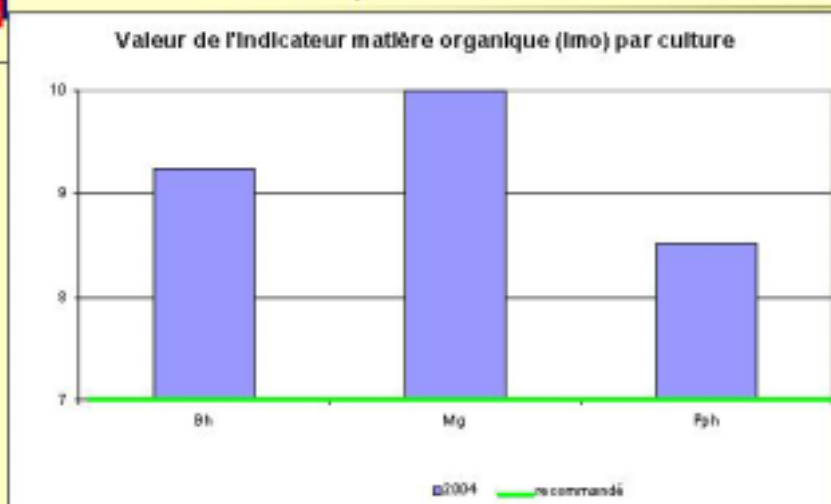


La succession Maïs-pois-blé est bien notée car elle a de nombreux aspects favorables: maladies, gestion cohérente de l'azote

Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié



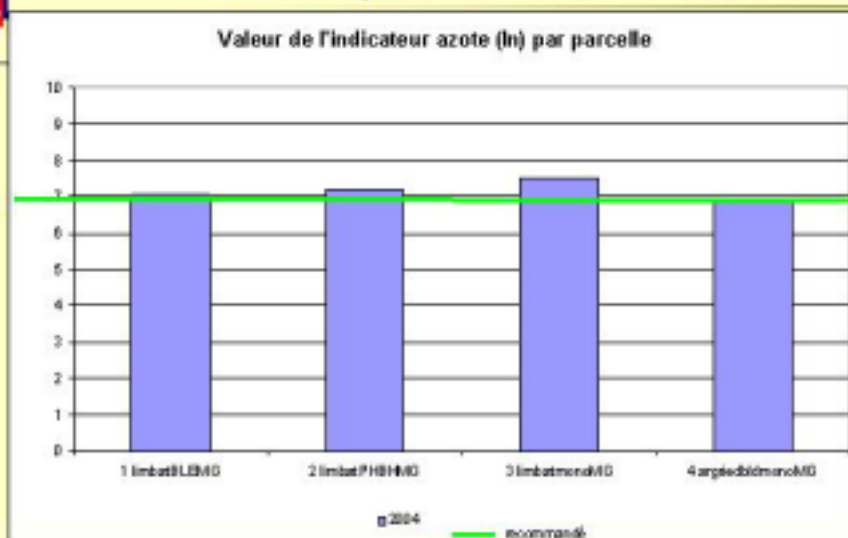
Le maïs grain laisse une quantité importante de résidus au sol.
Les TSL contribuent à protéger cette matière organique de la minéralisation en la laissant en surface

Forum ITADA 09 juin 2005





Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié



Points forts:

- Pois protéagineux, couverts et cultures d'automne
- Risques faibles de lessivage

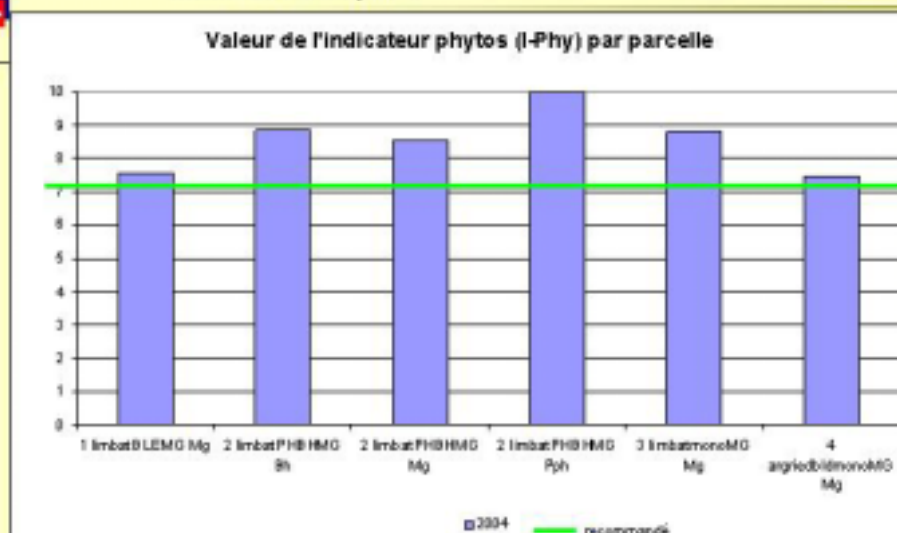
Points faibles: N₂O

- SD du blé en lien avec une dose de 180 u d'N
- Sols de Ried, hydromorphes en hiver

Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié



Peu de risques liés aux pratiques en maïs: mikado-milagro / glyphosate sur couvert développé

Forum ITADA 09 juin 2005





Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

Valeur de l'indicateur Energie I_{EN} par parcelle

Rotation	Machinisme	Engrais	Pesticide	Consommation totale	I_{EN}
MG-BH	415	9534	19	9968	6,5
MG-Pois-BH	395	5872	13	6280	7,9
MonoMGLimons	1056	11266	47	12369	5,4
MonoMGRied	557	11266	47	11871	5,6

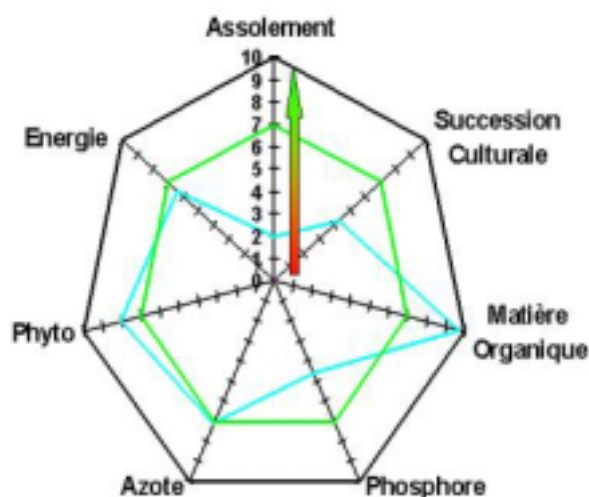
Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

Points forts

$I_{MO} = 9,7$
 $I_{PHY} = 8,1$
 $I_N = 7,1$



Points faibles

$I_{Sc} = 4,3$
 $I_P = 4,6$
 $I_{EN} = 6,4$

— 2004 — recommandé — max

Forum ITADA 09 juin 2005





Conclusion:

Les exploitations en TSL affichent des atouts quant à

- la protection de la matière organique des sols**
- l'utilisation des produits phytosanitaires**
- la consommation d'intrants énergétiques**
- la diversité des cultures**

mais des risques spécifiques d'émission de N₂O (gaz à effet de serre)



Une expérience solide de la pratique des TSL existe chez les agriculteurs du Rhin Supérieur, pour de nombreuses situations

Des aspects positifs du point de vue agro-environnemental : qualité des sols et de l'eau; énergie fossile

..la communication sur ces techniques et leurs impacts reste à intensifier..

- Rendre une analyse bibliographique accessible aux conseillers, enrichie des résultats des essais locaux**
- Valoriser les enregistrements des itinéraires techniques « qui marchent » dans la région pour formuler des recommandations aux « débutants »**





Programme ITADA III :
Projet n°1 Établissement et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié

PERSPECTIVES

✚ Pour les agronomes, orienter les expérimentations ou observations à mener vers des questions actuelles :

- maîtrise des mycotoxines
- critères de qualification des TSL pour l'objectif « érosion »
- TSL dans quelques conditions particulières
- alternatives au glyphosate
- bilan global des nouveaux systèmes

✚ Pour le développement :

- réfléchir aux services et aides d'accompagnement pour le passage aux TSL
- favoriser les échanges directs d'expériences en les animant

Forum ITADA 09 juin 2005



Programme ITADA III :
Projet 01 réalisation et validation d'un référentiel régional sur le travail du sol simplifié – *Alternatives au labour*

Höbcher, T., Granvillers, E., Müller-Sässmann, K., Koller, R., Maier, J. and Vetter, R.

Projet
ITADA 01
Objectif
Méthodes
Résultats
enquête
prescripteurs

Das Projektteam bedankt sich für Ihre Aufmerksamkeit

L'équipe du projet vous remercie de votre attention



Forum ITADA 09 juin 2005



Essai longue durée de Inforama Ruetti :

Office de l'agriculture et de la nature
du canton de Berne

Directeur: Willi Gerber
www.vnl.bs.ch



Comparaison du semis direct et du labour pendant 10 ans

A. CHERVET, I. RAMSEIER et W. G. STURNY, Service des améliorations structurelles et de la production
(Protection des sols), Rüti, CH-3052 Zollikofen
S. TSCHANNEN, Inforama Rüti, CH-3052 Zollikofen

E-mail: andreas.chervet@vnl.bs.ch
Tél. (+41) 31 91 05 338.

Résumé

Deux systèmes de culture, respectivement basés sur le semis direct et sur le labour, sont comparés depuis dix ans dans un essai en bandes sur six parcelles à l'Inforama Rüti de Zollikofen, sur un sol brun profond contenant 15% d'argile et 3% d'humus. Dans le système du semis direct, l'absence de tout travail du sol demande une stratégie plus élaborée pour le contrôle des adventives. À côté des interventions chimiques, mécaniques ou thermiques, les mesures indirectes sont tout aussi importantes: rotation des cultures équilibrée, couverture permanente du sol, gestion adaptée des pailles et semis immédiatement après la récolte du précédent.

Le semis direct permet une utilisation durable du sol, dont la structure devient plus stable et mieux portante qu'en culture avec labour; le risque d'érosion est nettement diminué et moins de passages de machines diminuent les coûts (notamment en carburant). Après une période d'adaptation de sept ans, le cycle de l'azote est plus régulier et permet des rendements équivalents à ceux du labour en quantité et en qualité.

Deux problèmes ne sont pas encore définitivement résolus: le système est plus dépendant des herbicides comme le glyphosate et il y a un risque accru de formation de mycotoxines, lorsque des céréales d'automne sont cultivées après maïs. Les solutions sont de modifier la rotation, de broyer les résidus de récolte du maïs et de choisir des céréales plus résistantes à la fusariose.



Fig. 1. Vue aérienne du site de suivi à long terme «Chercher» de l'Inforama Rüti à Zollikofen (BE) (Photo: Gabriela Erhard, Agroscope FAL Reckenholz).

L'essai d'Oberacker

En grandes cultures, des systèmes de travail du sol moins intensifs doivent être pratiqués de façon à ménager le sol, à assurer sa fertilité à long terme (LPE, 1983) et à améliorer le rendement économique. A l'Inforama Rütli de Zollikofen, le système de culture du semis direct est pratiqué depuis août 1994 sur un sol brun profond avec 15% d'argile et 3% d'humus et de l'humidité en sous-sol (Cherret et al., 2001). En comparaison avec le système traditionnel basé sur le labour, cet essai en bandes sans répétitions doit montrer les avantages et les problèmes de ce nouveau système cultural. Six parcelles contiguës sont cultivées moitié en semis direct, moitié avec labour, avec la même rotation de cultures (fig. 1).

L'essai de démonstration est conduit dans le cadre de la surveillance cantonale des sols par le Service des améliorations structurelles et de la production (Protection des sols) du canton de Berne et par l'Inforama Rütli. Des paramètres physiques, biologiques et chimiques du sol sont mesurés à côté des caractères agronomiques. Certains aspects sont étudiés par la Haute école suisse d'agronomie (HESA) de Zollikofen et par la Station fédérale de recherches en agriculture et agroécologie d'Agroscope FAL Reckenholz. Cet article est le premier d'une série d'environ huit publications à paraître sur une période d'environ deux ans, traitant de l'essai comparatif «Oberacker».

Comparaison des systèmes

La mise en place des cultures par semis direct se fait sans aucun travail du sol. Les semoirs pour semis direct sont munis de socs répéteurs qui ouvrent une fente peu profonde dans le sol, y déposent les graines et les recouvrent. Dans le système avec labour (fig. 2), le retournement du sol permet à la fois d'incorporer les engrais verts et de limiter les adventices. Pendant la période de végétation, les traitements herbicides se font surtout



Fig. 2. Labour hors-sillon à l'aide de la charrue soulève le soc de tracteur roulant en dehors du fond de la raie de labour, déclenchant ainsi la formation d'une arête de labour.



Fig. 3. Semis direct classique sans aucun travail du sol dans les charrues très hautes, après avoir bien réparti les résidus du seigle lors du moulinage-battage.



Fig. 4. Plan de culture de l'essai Oberacker de 1994-1995 à 2004.

après la levée. En semis direct, par contre, l'absence de travail du sol implique une autre stratégie de régulation des adventices, surtout pour éviter l'établissement d'espèces pérennes. Si on veut limiter l'emploi de produits chimiques, il faut alors avoir recouru à la rotation des cultures, à des engrais verts adaptés, à la lutte mécanique ou flammique et gérer les pailles (fig. 3). Le système de semis direct cherche à maîtriser les adventices en les concurrençant en permanence dans l'occupation du sol avec la rotation.

Système cultural et contrôle des adventices

Rotation des cultures

Les cultures concurrencent les adventices qui germent surtout vis-à-vis de la lumière mais aussi de l'eau et des nutriments. Une bonne rotation des cultures permet donc de limiter les adventices. Ce principe a été pris en compte dans l'essai Oberacker, où la rotation des cultures a été modifiée dans ce sens en 1996. Les céréales à paille et les autres cultures sont depuis lors cultivées en

alternance année après année. On fait en sorte qu'une culture semée en automne soit suivie d'un engrais vert puis d'une culture semée au printemps (qui elle n'est pas suivie d'engrais vert). Au début, les pommes de terre étaient cultivées par plantation directe sous litiers, mais à long terme ce procédé contariait l'effet du semis direct et la culture a en conséquence été remplacée par une légumineuse en 1999 (Reinhard et al., 2001). La rotation actuelle se déroule comme suit: betteraves sucrières - blé d'hiver - pois protéagineux - seigle d'automne - maïs d'ensilage - orge d'automne (fig. 4). La concurrence contre les adventices est particulièrement efficace avec les cultures de maïs et de seigle. A l'inverse, sans intervention, les pois et les betteraves laissent les adventices se développer même durant leur pleine végétation.

Travail du sol pour les engrais verts

Depuis le changement de rotation de 1999, le sol n'est plus travaillé que superficiellement avant le semis d'engrais vert, et ce uniquement dans les parcelles du système avec labour (tabl. 1).

Tableau 1. Nombre total de mesures de régulation du couvert végétal en fonction du système de culture des semis de 1994 aux récoltes de 2004 sur la parcelle «Oberacker».

ENGRAIS VERTS	Labour	Semis direct
Nombre de semis	29	30
Jours de brèche avec très forte couverture du sol avant le semis d'engrais vert	212	209
Jours de brèche nue avant le semis d'engrais vert	3	–
Nombre de travaux du sol avant le semis d'engrais vert	34	11 ¹
– dont travaux avec machines à prise de force	28	–
Nombre de parcelles avec très forte couverture du sol après le semis d'engrais vert	1	24
Nombre de parcelles avec faible couverture du sol après le semis d'engrais vert	28	6
CULTURES PRINCIPALES		
Nombre de semis	60	60
Jours de brèche avec très forte couverture du sol avant le semis de la culture principale	306	330
Jours de brèche nue avant le semis de la culture principale	298	42
Nombre d'interventions de régulation du couvert végétal avant le semis de la culture principale ou juste après, en prélevée, dont	118	52
– interventions mécaniques dans le sol	118	12
– interventions mécaniques sur le sol (broyages)	–	5
– interventions chimiques	–	40
– interventions thermiques	–	6
Nombre de parcelles avec très forte couverture du sol après le semis de la culture principale	–	46
Nombre de parcelles avec faible couverture du sol après le semis de la culture principale	3	13
Nombre de parcelles avec sol entièrement nu	57	–
Nombre d'interventions de régulation de la flore adventice après le levé de la culture principale, dont	98	94
– interventions mécaniques dans le sol	25 ¹	29 ²
– interventions mécaniques sur le sol (broyages)	1	1
– interventions chimiques	76	74
– interventions thermiques	1	–

¹ Battage préalable pour la plantation sous bâches des pommes de terre, avant enlèvement.

² Semis sur bandes fraiches du maïs en 1998.

³ Ou il, pour chaque système, 12 battages après plantation des pommes de terre.



« Fig. 3. Levée régulière de la navette dans les chaumes de maïs après semis direct (à gauche) ou après un travail superficiel à l'aide d'une herse relative à une horizontale (à droite). »

Engrais vert

Pour concurrencer les adventices, des cultures intercalaires à croissance rapide sont préférables. Les crucifères choisies couvrent le sol rapidement et leurs profondes racines pivotantes régénèrent la structure du sol. En fonction de la date de semis de la culture principale, on sème la navette (hivernante, fig. 5) avant le maïs et le radis oléifère (non hivernant, fig. 6) avant la betterave et le pois.



« Fig. 4. Après une phase de transition d'environ sept ans, le radis oléifère produit plus de biomasse en semis direct (à gauche) qu'après labour (à droite). »

Usage des herbicides

L'usage régulier de l'herbicide bon marché glyphosate est souvent critiqué. On redoute des résidus de matière active dans les nappes phréatiques ainsi que l'apparition de résistances chez des adventices. Pour minimiser ces risques, il faut davantage choisir les doses minimales et les appliquer avec peu d'eau et avec agent mouillant ou sulfate d'ammonium. Il est aussi possible de diminuer les traitements en postlevée en contrôlant précisément la flore au semis et en choisissant les matières actives et les doses en conséquence (fig. 7).



« Fig. 7. Avec une rotation adaptée en semis direct, il est possible de recourir à une application systématique d'herbicide non sélectif. »

Contrôle de la flore en présemis ou prélevée

Dans le système avec labour, celui-ci est pratiqué avant chaque culture principale. Il est suivi d'une préparation au semis avec une herse relative entraînée par la prise de force (tbl.1). Outre l'ensoufflement des engrais verts et des résidus de récolte, ce système permet à court et à moyen terme un contrôle efficace des adventices. Avec le semis direct, la flore présente avant le semis doit être combattue différemment. En moyenne sur plusieurs années, des herbicides non sélectifs sont utilisés dans quatre parcelles avec un engrais vert et ses adventices sur six (voir encadré ci-dessus).

Un traitement thermique (traitement à la flamme, coûteux) est aussi utilisé avec succès après les cultures maïsées (pomme de terre et betterave) et avant les céréales d'automne. La navette ayant hiverné est encore présente après le semis du maïs (fig. 8) ou la plantation des pommes de terre. Elle est alors broyée sur place, mais ce procédé peut parfois entraîner un mauvais développement initial de la nouvelle culture, qui pourrait être dû à un effet allélopathique (Bohner et Delabays, 2005).

Cultures principales

Chaque culture a été mise en place le même jour et de manière identique dans les deux systèmes en comparaison, avec une exception en 1997. Depuis 2000, et comme pour les engrais verts, le semis de semis direct (espace interligne: 16 cm, fig. 3) est aussi utilisé après labour.



Fig. 8. Le même araire (ici à son «Ouvrillon») pour le maïs est utilisé pour obtenir des rangées de plants identiques dans les deux systèmes.

Fig. 9. Le maïs semé directement dans la «D» nouvelle fleurie au printemps bien lorsqu'elle est éliminée chimiquement.

Contrôle des adventices en postlevée

Les rouleaux et herbes-étrilles traditionnelles sont adaptés au système avec labour. En sol non travaillé, elles ne sont que partiellement utilisables à cause des résidus de récolte qui provoquent des bouscages. Elles peuvent même causer l'effet à long terme du semis direct. Les interventions en postlevée se font chimiquement, en moyenne un peu plus d'une fois par parcelle et par année (table 1 et fig. 9). Cela facilite la comparaison entre les systèmes. Depuis l'abandon de la culture des pommes de terre en 1999, plus aucun sarclage n'a été effectué.



Fig. 10. Il est avantageux de disposer d'un moulinet-rouleau pourvue de répartiteurs aussi bien pour les balles que pour la paille. Les résidus de récolte sont ainsi bien répartis et ne forment pas d'andains gênant la germination.



Gestion des pailles

Dans le système avec labour, les pailler et autres résidus de récolte sont incorporés avant le semis suivant. En semis direct, par contre, ces résidus sont répartis au mieux sur toute la surface (fig. 10). La paille non hachée entraîne facilement le bousillage des machines de travail du sol. C'est pourquoi la paille a souvent été élevée les premières années dans le système avec labour. Grâce à l'amélioration technique des machines, la paille peut aujourd'hui toujours être laissée sur le champ, ce qui réduit les coûts tout en facilitant la comparaison entre les deux systèmes.

Semis immédiat

Autant que possible, le semis a lieu le jour même de la récolte. Le but est d'obtenir rapidement une nouvelle couverture du sol et donc de le laisser au moins longtemps possible. En outre, le jour même de la récolte, la paille est plus chaude et ne laisse assez facilement couper par le soc du semoir. Cela permet de bien déposer les graines dans un sol encore meuble. En revanche, après la pluie ou une forte rosee, la paille humide devient élastique et ne laisse dans la fente de semis, ravinant plus ou moins le semis direct, car le contact de la graine avec le sol est insuffisant. La germination est alors entravée, la levée irrégulière et le peuplement lacunaire, sujet à l'envahissement par les mauvaises herbes.

Tableau 2. Nombre de jours à risque accru d'érosion en tenant compte de toutes les interventions spécifiques aux deux systèmes culturaux sur la parcelle «Oberacker».

	Labour	Semis direct
PÉRIODE DE CULTURE 1		
Σ jours de période nue avant le semis d'engrais vert	3	—
Σ jours avec faible recouvrement du sol et structure meuble avant le semis d'engrais vert: 29 parcelles labour, resp. 6 parcelles semis direct à 30 jours avec risque d'érosion accru ¹	280	60
PÉRIODE DE CULTURE 2		
Σ jours de période nue avant le semis de la culture principale	299	42 ²
Σ jours avec faible recouvrement du sol et structure meuble entre deux cultures principales: 3 parcelles labour, resp. 13 parcelles semis direct à 30 jours avec risque d'érosion accru ³	30	130
Σ jours avec sol entièrement nu et structure très meuble après le semis de la culture principale: 57 parcelles labour, resp. 0 parcelles semis direct avec risque d'érosion accru ⁴	3081	—
Σ JOURS À RISQUE ACCRU D'ÉROSION	4403	732

¹Labour: 28 parcelles avec semis sous filaire, semis direct: 6 parcelles avec semis sous filaire.

²Après pommes de terre et après betteraves.

³Labour: 3 parcelles avec semis sous filaire de pois, semis direct: 6 parcelles de 16 d'automne après betteraves, 3 parcelles de 16 d'automne après pommes de terre et une parcelle d'automne d'automne après pommes de terre.

⁴Périodes de culture: 16 d'automne: 13 parcelles à 145 jours, resp. 11 parcelles à 45 jours, betteraves: 16 parcelles à 85 jours, soja d'automne: 14 parcelles à 11 jours, pommes de terre: 5 parcelles à 20 jours, seigle d'automne: 4 parcelles à 11 jours, pois de printemps: 2 parcelles à 65 jours, pois d'automne: 2 parcelles à 145 jours, soja: 1 parcelle à 30 jours.



Fig. 11. Effet protecteur d'une couverture permanente entre les rangs de betteraves sucrières (semis direct au début, labour au début) lors d'une coupe de pluie de 55 mm le 2 juin 2004.



Fig. 12. Sol tassé dans la parcelle labourée entre les rangs de betteraves sucrières dû au passage des roues de tracteur lors du semis et lors du traitement herbicide.

Comparaison des effets des deux systèmes de culture

Risques d'érosion

L'intervalle entre le travail du sol et le moment où la couverture de sol atteint 10% est particulièrement exposé au risque d'érosion (Prasanna et Ortisig, 2001). Pour chacun des deux systèmes de culture, les jours à risque accru d'érosion sont figurés dans le tableau 2. En recourant systématiquement au semis direct, la période à risque accru d'érosion a pu être nettement réduite. Le nombre de jours entre sol nu et couverture de 10% était moins élevé. Par contre, le système avec labour compte 19 fois plus de jours à risque accru d'érosion.

La battance à la surface du sol est éliminée par la pratique du semis direct, ce qui se répercute positivement sur la dynamique des nutriments dans l'horizon supérieur de sol (fig. 11). L'infiltration de l'eau est nettement meilleure dans un sol qui n'est jamais travaillé (collectif SEA, 2001). Ces facteurs contribuent à réduire l'érosion due aux fortes précipitations.

Charge physique sur le sol

Le nombre de passages de machines est élevé dans le système avec labour (tabl. 3). En moyenne, plus de deux interventions supplémentaires sont nécessaires pour le travail du sol. Pour le semis direct, on comptabilise une intervention de plus sur le sol liée au contrôle des adventices en présemis et en prélevée, comme l'ont également

constaté Valloué et Mervier (2004). Mais la charrue et les outils de travail du sol nécessitent plus de passages que le pulvérisateur. Chaque parcelle labourée (largeur 9 m) compte ainsi trois passages supplémentaires par année (tabl. 3 et fig. 12). La réduction des passages avec le semis direct permet de réduire les coûts de travail et de carburant, en plus de l'effet positif sur la structure du sol et sur le régime des nutriments. La portance d'un sol qui n'est plus travaillé depuis des années est significativement améliorée (van der Weer, 2004 et fig. 13).

Rendements

Les rendements relatifs obtenus sur la période d'essai de dix ans sont présentés dans le tableau 4 (système avec labour = 100%). En moyenne, la comparaison des systèmes montre des rendements un tout petit peu plus élevés avec le semis direct. La levée y

est généralement moins bonne, souvent à cause des dégâts dus aux limaces, mais ce désavantage est compensé par les plantes au cours de la période de végétation. Cette compensation est surtout effective pour des semailles d'hiver dont la maturité de récolte correspond à la mort des plantes et dont le rendement augmente de 7,9%. En revanche, les rendements du maïs d'ensilage, des betteraves sucrières et des pois protéagineux de printemps ne diffèrent pratiquement pas entre les deux systèmes.

Durant les premières années, les cultures maraîchères, en particulier, ont subi des pertes de rendement avec le semis direct. Les causes de ces pertes sont à rechercher dans le sol (qui s'adapte avec le temps au semis direct), dans les machines (qui avaient besoin d'être améliorées) et dans le manque de connaissances agronomiques. Les pommes de terre plantées sous litées, en particulier, ont donné des résultats décevants, quantitativement et qualitativement (Reinhard et al., 2001). Leur remplacement dès 2000 par les pois protéagineux d'automne a révélé la grande adaptabilité de cette culture aux retours de froid et ce sont des pois de printemps qui ont finalement été semés dès 2003.

En moyennes annuelles (tabl. 4), les rendements du semis direct étaient jusqu'à 7% inférieurs pendant les sept premières années

Tableau 3. Somme des interventions et des passages de machines, des semis de 1994 aux récoltes de 2004 sur la parcelle «Oberacker».

	Interventions/passage		Différence sur le sol sans labour		Différence moyenne par parcelle et par année
	Labour	Semis direct	Aléatoire	Statistique (tableau 2, 2005)	
Σ INTERVENTIONS AVEC MACHINES	606	630	16	25,1	1,26
- interventions dans le sol	194	54	140	27,8	2,33
- interventions sur le sol	502	586	64	112,7	1,07
Σ PASSAGES PAR LARGEUR DE 9 M	2131	1341	790	62,9	13,17
- interventions dans le sol	1253	281	972	30,4	14,54
- interventions sur le sol	878	560	318	102,3	1,27

Tableau 4. Effets des précédents culturaux, des systèmes de mise en place et de la fumure azotée sur les rendements relatifs (labour = 100%) au champ Parcelle «Oberacker».

Séquence de cultures	Parcelle I		Parcelle II		Parcelle III		Parcelle IV		Parcelle V		Parcelle VI	
	labour (%)	semis direct (%)	labour (%)	semis direct (%)	labour (%)	semis direct (%)	labour (%)	semis direct (%)	labour (%)	semis direct (%)	labour (%)	semis direct (%)
1984/1985	maïs d'ensilage ¹		potirons de terre + s. s. ²		betteraves sucrières		blé d'hiver + s. s.		orge d'hiver		prairie artificielle	
	100	96,3	100	79,5	100	82,6	100	117,0	100	112,4	?	?
1985/1986	orge d'hiver + s. s.		betteraves sucrières		blé d'hiver + s. s.		potirons de terre ² + s. s.		prairie artificielle		maïs d'ensilage	
	100	87,3	100	98,4	100	103,8	100	103,1	?	?	100	103,2
1986/1987	betteraves sucrières		blé d'hiver + s. s.		potirons de terre ²		maïs + s. s. prairie art.		maïs d'ensilage		orge d'hiver + s. s.	
	100	106,4	100	89,2	100	73,7	?	?	100	91,0	100	106,2
1987/1988	blé d'hiver + s. s.		potirons de terre ²		blé d'hiver + s. s.		maïs d'ensilage		orge d'hiver + s. s.		betteraves sucrières	
	100	87,8	100	77,8	100	99,8	100	106,5	100	109,8	100	108,2
1988/1989	potirons de terre ²		blé d'hiver + s. s.		maïs d'ensilage ¹		orge d'hiver + s. s.		betteraves sucrières ³		blé d'hiver + s. s.	
	100	88,4	100	121,0	100	89,2	100	117,0	100	108,1	100	122,4
1989/2000	blé d'hiver + s. s.		maïs d'ensilage		orge d'hiver + s. s.		betteraves sucrières		blé d'hiver + s. s.		pois protéagineux d'hiver + s. s. de printemps	
	100	106,3	100	96,3	100	83,2	100	88,2	100	121,0	100	102,3
2000/2001	maïs d'ensilage		orge d'hiver + s. s.		betteraves sucrières		blé d'hiver + s. s.		pois protéagineux d'été + s. s.		orge d'hiver + s. s.	
	100	98,7	100	101,4	100	95,2	100	110,4	100	82,7	100	89,4
2001/2002	orge d'hiver + s. s.		betteraves sucrières		blé d'hiver + s. s.		orge		orge d'hiver + s. s.		maïs d'ensilage	
	100	128,7	100	108,1	100	115,7	10	82,2	100	111,8	100	108,4
2002/2003	betteraves sucrières		blé d'hiver + s. s.		pois protéagineux + s. s.		orge d'hiver + s. s.		maïs d'ensilage		orge d'hiver + s. s.	
	100	124,1	100	110,7	100	102,2	10	100,7	100	102,0	100	112,8
2003/2004	blé d'hiver + s. s.		pois protéagineux + s. s.		orge d'hiver + s. s.		maïs d'ensilage		orge d'hiver + s. s.		betteraves sucrières	
	100	114,1	100	108,2	100	105,2	100	105,3	100	107,6	100	115,3

s. s. = engrais vert

 Dose d'azote supérieure en système de semis direct

 Dose d'azote supérieure en système sans labour

 Semis direct rendement relatif moyen > supérieur à la dose relative moyenne d'azote

¹Semis sur bande fraiche

²Plantation sous blé

³Rendement non mesuré

⁴Un seul arrosage par an

d'essai (sauf en 1999). Mais, depuis maintenant trois ans, la situation s'est inversée et ces rendements dépassent presque de 10% ceux du système avec labour. Ce n'est donc qu'après plusieurs années que le sol s'est adapté au nouveau système de culture. Une couverture permanente, moins de passages et par de travail du sol ont permis qu'une nouvelle structure se mette progressivement en place dans le sol grâce à l'activité biologique. Ce nouvel état se répercute maintenant positivement sur les rendements (fig. 14).

Fumure azotée

Le tableau 4 indique, dans les colonnes de droite, les doses annuelles d'azote apportées en moyenne des six soles (en quantités absolues et relatives par rapport au labour). Pendant une période d'adaptation de six ans, les apports d'azote ont été jusqu'à 30% (2000) supérieurs en culture avec semis direct. En modifiant la rotation des cultures il y a quatre ans (potirons de terre remplacés par une légumineuse, blé remplacé par du seigle moine exigeant), les doses d'azote ont

pu être réduites de presque 50%. Depuis, des doses très faibles (50 à 60 kg/ha) et pratiquement semblables sont apportées dans les deux systèmes (fig. 15). Ces doses ont permis de maintenir les rendements à un niveau satisfaisant pour des productions de type Roteno (tab. 4 et 5). Il convient de noter que les apports de phosphore et de potassium ont été identiques depuis le début entre les deux systèmes de culture. Si l'on compare les apports moyens d'azote et les rendements des cultures, on constate



Fig. 13. La portance du sol est notablement améliorée après quelques années seulement de semis direct en culture.



Fig. 14. Un système de semis direct en culture produit un nouvel équilibre dynamique dans le sol. La moindre efficacité des engrais qui s'explique par des rendements légèrement plus élevés.

0 rendes ansées		0 à 6 répétitions de culture			
labour (t/ha)	semis direct (t/ha)	labour (t/ha)	SD (t/ha)	labour (t/ha)	semis direct (t/ha)
100	98,0	98,0	100	112,7	114,1
100	106,5	112,0	100	115,0	102,4
100	92,0	89	100	92,6	109,7
100	106,1	97	100	116,3	119,8
100	114,7	145,0	100	122,0	130,3
100	99,4	88,0	100	87,4	130,8
100	94,2	53,0	100	52,6	100
100	102,9	88,0	100	87,2	104,9
100	116,0	86,0	100	87,1	102,0
100	106,9	83,1	100	81,1	100
100	107,8	84	100	83,6	110,7

Tableau 5. Rendements moyens (absolus) de 1995 à 2004.

Culture	Σ parcelles	Labour	Semis direct
Blé d'automne ¹	10	53,3	57,8
Orge d'automne ²	10	52,6	61,1
Betteraves sucrières ³	10	737,7	749,7
Maïs d'ensilage ⁴	10	294,6	293,8
Maïs grain ⁵	9	111,2	111,6
Poisons de terre ⁶	5	401,3	340,0
Seigle d'automne ⁷	4	57,3	61,7
Pois protéagineux ⁸	4	41,1	40,7
Sorgho	1	29,8	29,0

Unités: ¹t/ha; ²t/ha; ³t/ha; ⁴t/ha; ⁵t/ha; ⁶t/ha; ⁷t/ha; ⁸t/ha; ⁹t/ha; ¹⁰t/ha. ¹Blé d'automne; ²Orge d'automne; ³Betteraves sucrières; ⁴Poisons de terre; ⁵Maïs grain; ⁶Pois protéagineux; ⁷Seigle d'automne; ⁸Sorgho.



Fig. 23. La culture de seigle (semis direct à gauche, labour à droite) n'a reçu aucun apport d'azote si ce n'est les reliquats du précédent cultural, en l'absence du pois protéagineux.

que la production augmente dès 2002 dans le système du semis direct, sans fumure supplémentaire (tabl. 4). L'efficacité des apports d'azote a donc augmenté. Après sept ans de semis direct, la phase d'adaptation du sol semble donc se terminer. Pendant les deux dernières années de culture, les six parcelles ont atteint des rendements supérieurs et une bonne qualité grâce à cette meilleure valorisation de l'azote et aux remarquables capacités de compensation des plantes issues du semis direct. Les effets positifs de semis direct demandent plusieurs années pour se manifester, mais l'utilisation des nutriments par les plantes est dès lors et durablement meilleure. Tant que cette adaptation n'est pas remise en cause par un nouveau travail du sol, elle permet de bons rendements avec peu d'azote.

Qualité des produits

Mycotoxines

Depuis 1999, des échantillons de céréales (18 par système de culture) sont analysés quant à leur teneur en désoxynivaléol (DON) et en zéarolénone (ZEA), deux produits par des champignons, au moyen d'un kit ELISA (BioCheck, GmbH, D-Leipzig). La ZEA n'a jamais pu être détectée dans aucun échantillon, ni dans le seigle (n = 4), ni dans le blé (n = 8), ni dans l'orge (n = 6). Le même résultat a été obtenu avec le DON dans le seigle avec précédent légumineuse. Dans le blé d'automne avec précédent betterave, une des huit analyses a révélé la présence de la mycotoxine dans les deux systèmes de culture. Des teneurs plus élevées en DON ont aussi été mesurées dans l'orge avec précédent maïs, dans cinq échantillons des parcelles en semis direct et dans trois des parcelles labourées. Dans aucun cas, cependant, la limite légale de 1 mg/kg de MS n'a été dépassée (encadré ci-dessus).

Mycotoxines

En 2003, les chaumes du maïs d'ensilage ont pour la première fois été broyés avant le semis de l'orge. En 2004, on n'a alors plus trouvé de mycotoxines à l'analyse. Dans la rotation choisie, des teneurs accrues en mycotoxines DON et ZEA ne sont pas à craindre dans les céréales panifiables. La succession maïs - blé est connue pour favoriser les fusarioses, mais des mycotoxines peuvent aussi apparaître dans l'orge récoltée après maïs. Dans ces cas, il est indiqué de broyer finement les résidus de récolte du maïs avant le semis direct d'une variété peu sensible aux fusarioses (fig. 16).



Fig. 24. La culture de blé et de triticales après maïs implique un risque élevé d'attaque de fusariose. En cas de culture de blé avec labour, la lutte culturale contre les fusarioses et la pyrale du maïs par un broyage soigné des résidus de maïs à ras du sol est incontournable et doit être combinée avec le choix de variétés peu sensibles comme Arina ou Tilia.

Céréales

Dans les récoltes des deux systèmes de culture, le poids à l'échelle (n = 25 par système), le poids de mille grains (n = 16) et la proportion de grains de 1^{re} classe (n = 20) ont été régulièrement mesurés; les différences entre les deux systèmes sont petites. Au total, les résultats ont été six fois à l'avantage du semis direct et trois fois à celui du labour.

Betteraves sucrières

A cause de la minéralisation retardée de l'azote en semis direct - que montre un jaunissement plus tardif du feuillage - les betteraves sucrières mûrissent plus tard en automne. Le transport d'assimilats vers les racines est donc retardé. Un seul apport d'azote au semis peut déjà corriger la situation (fig. 17): en 2004, il a pour la première fois été possible d'obtenir un rendement en racines, une teneur en sucre et une extractibilité en semis direct plus élevés qu'après labour.



Fig. 27. Semis direct de betteraves sucrières dans le cadre sélectionné, dépeint par le gel, avec un unique apport d'azote local. Les racines en stockées devant les yeux nous montrent l'absence de plaques.



Fig. 18. Après onze ans d'un essai de démonstration sur la parcelle de surveillance à long terme Oberacker, l'impact du semis direct sur le sol et les plantes est de plus en plus productif.

Mais d'ensilage

En comparant le rendement en épis par le rendement en plantes entières, on obtient un indice de récolte (différent de celui qui concerne les grains seulement). En moyenne des années, l'indice est plus élevé de 0,9% pour le semis direct, ce qui indique un fourrage plus énergétique à la fin de la maturité précoce.

Betteraves sucrières

Par rapport au système avec labour, les betteraves de semis direct ont présenté une teneur en sucre (-0,2%) et un rendement en sucre (-0,5%) légèrement inférieurs. Mais, avec leur rendement un peu plus élevé, en moyenne des dix ans, le rendement en sucre était exactement le même pour les deux systèmes (encadré page précédente, en haut).

Bibliographie

- Auswärtige AJL, 2003. Bodenbericht 2003. Kulturwirtschaftsdivision des Kantons Bern. Zollikofen, 22.
- Iskahn Ch. & Delabaye N., 2005. 17. Frühjahrstag zur Umstrukturierung Tagungsunterlagen, Agrarcoope BIL Endelsried.

Conclusions

Après dix ans de comparaisons entre les deux systèmes de culture (semis directs et labours) sur le site d'Oberacker, les conclusions suivantes peuvent être tirées:

- ❑ La rotation doit être adaptée au semis direct. Elle participe activement à la maîtrise des adventices. Les céréales doivent alterner avec les autres cultures.
- ❑ Des cultures intercalaires sont systématiquement choisies en fonction de la date de semis de la culture suivante.
- ❑ Le contrôle de la flore adventice se fait en présemis avec un herbicide non sélectif ou en postlevée.
- ❑ Le semis doit être réalisé immédiatement après récolte: autant que possible, la culture suivante, qu'elle soit principale ou intercalaire, doit être semée le jour même de la récolte. Les résidus de récolte ainsi que les pailles sont répartis sur toute la surface lors du moissonnage-battage.
- ❑ Suppression des risques d'érosion: en recourant systématiquement au semis direct, le nombre de jours à risque a pu être nettement réduit. La battance a disparu. L'infiltration de l'eau est quant à elle nettement meilleure.
- ❑ Beaucoup moins de poids sur le sol: le semis direct nécessite moins de passages, ce qui allège les coûts, le travail et la pression physique exercée sur les parcelles. La structure du sol comme la portance sont significativement améliorées.
- ❑ Les rendements progressent avec le temps et dépassent depuis trois ans un avantage au semis direct. Les adaptations techniques et agronomiques, une couverture permanente, moins de passages et l'absence de travail du sol ont progressivement giséé une nouvelle structure grâce à l'activité biologique, ce qui se répercute maintenant positivement sur les rendements.
- ❑ L'azote acquiert une meilleure efficacité: si l'on compare les apports moyens d'azote et les rendements des cultures, on note que la production progresse dès 2002 dans les parcelles en semis direct sans augmentation de la fumure azotée. L'amélioration de la valorisation de l'azote par les plantes se conjugue à la bonne qualité des produits. Par contre, pendant une période d'adaptation de six ans, il a été nécessaire d'apporter davantage d'azote en semis direct.
- ❑ Dans l'ensemble, le système de semis direct contribue efficacement au maintien à long terme de la fertilité des sols.

Cherw A., Maurer C., Müller M. & Barry W. G., 2001. Einfluss im Fruchtwechsel: Einfluss auf die Struktur des Bodens. *Agrarbericht* 8 (1), 11-17.

Franta V. & Ortling K., 2001. Evaluation der Ökologischen Phosphorbelastung der Oberflächengewässer durch Bodenexzess. *Schweizerische Anzeiger*, 56-58.

Reinhard H., Cherw A. & Barry W. G., 2001. Einfluss im Fruchtwechsel: Erträge der Kulturen (1993-1999). *Agrarbericht* 8 (1), 6-11.

Vo der Weir E., 2004. Bodenverfälschung bei der Zuckerrübenzucht - die zwei Hauptprobleme im Vergleich. *Diplomarbeit* FHJL, Zollikofen. 29-31.

Willand F. & Merz E., 2004. Standort de 34 ans de culture sans labour à Changins. I. Evolution des rendements. *Revue suisse Agric.* 36 (5), 201-212.

Remarque:

Les personnes intéressées par les calculs de rendement économique, de risque d'érosion (facteur C) ou de bilan écologique peuvent obtenir toutes les données de site de surveillance à long terme «Oberacker». Des échantillons des céréales peuvent aussi être mis à disposition pour des analyses qualitatives plus poussées.

Zusammenfassung

Direktsaat und Pflug im 10-jährigen Systemvergleich

Seit zehn Jahren wird auf der Dauerbeobachtungsfläche Oberacker an Informa Rüttli in Zollikofen das Pflug- mit dem Direktsaatssystem in sechs Fruchtfolgesystemen verglichen. Die tiefgründige Erdoberfläche weist 15% Ton und 3% Humus auf.

Die im Vergleich zum Pflugsystem fehlende Bodenbearbeitung erfordert im Direktsaatssystem eine aufwändigere Strategie zur Bekämpfungsstrategie. Faktoren wie ausgeglichene Fruchtfolge, permanente Bodenbedeckung, angepasstes Streifenmanagement und aufzeitige Neuanbau der Folgekultur werden genauso einbezogen wie chemische, mechanische oder thermische Verfahren.

Im Direktsaatssystem wird der Boden nachhaltig genutzt. Im Vergleich zum Pflugsystem ist er strukturstabil und tragfähiger, das Erosionsrisiko nicht markant, mit weniger Überfahrten werden (Treibstoff-)Kosten eingespart, nach anzeigender Bodenbearbeitung bewirkt die kontinuierliche Stickstoffumsetzung mindestens gleich hohe Erträge und Qualität.

Zwei mit teilweise gelöste Probleme bleiben: verstärkte Abhängigkeit von Herbiziden wie Glyphosate und erhöhtes Risiko für Mykotoxinbildung beim pflanzbaren Wintergetreidebau nach Mais. Verhindert werden kann die Gefahr durch Umstellen der Fruchtfolge, Zerkleinern von Maisstroh-stoppeln und wenig funktionsfähige Getreidearten.

Summary

No-tillage versus conventional tillage: ten years of comparison

Over the last ten years, conventional plow tillage has been compared to no-tillage on six crop rotation plots in the long-term field trial «Oberacker» at the Informa Rüttli in Zollikofen, on a deep cambisol with 15% clay and 3% organic matter. The absence of tillage operations in no-tillage makes a more complex strategy for weed control necessary. Options such as a balanced crop rotation, permanent soil cover, adapted crop residue management and immediate seeding of subsequent crops are used besides chemical, mechanical and thermal strategies of weed control. Local use is sustainable in the no-tillage system: no-tilled soil has a higher structural stability and load capacity while being markedly less prone to erosion, less machine usage and traffic reduce (fuel) costs. After seven years of no-tillage, continuous release of soil-borne nitrogen leads to crop yields and qualities at least equal to those obtained with conventional tillage. Two challenges remain only partly solved: the greater dependence on herbicides such as glyphosate and the greater risk of mycotoxin formation encountered in no-tilled winter cereal crops that follow corn. Remedies include adaptations of the crop rotation, chipping of residual corn straw/stalks and cropping of cereal varieties less susceptible to fusarium.

Key words: tillage system, no-tillage, weed control, yield, glyphosate, mycotoxin.

Visite de l'essai Oberacker à Zollikofen









En absence de labour, l'eau s'infiltré dans le profil préférentiellement via la macroporosité et beaucoup plus rapidement que dans le sol labouré chaque année.

Visite de l'exploitation Wyssbrod, CH-Rubigen

1. Exploitation

- Exploitation mixte familiale. Main d'oeuvre familiale complétée d'un apprenti et d'aides temporaires pendant les pointes de travaux.
SAU = 36 ha, 20 vaches laitières, 22 bovins à l'engraissement
- Cultures :

Blé	8.25 ha
Orge	4.85 ha
Colza	3.45 ha
Betterave	3.35 ha
Pois protéagineux	2.00 ha
Maïs ensilage	4.65 ha
Prairies artificielles	3.70 ha
Prairies, pâturages	5.80 ha
- Activité d'entrepreneur agricole de prestations de services dans les domaines des fourrages : fauche, andainage, pressage de balles rondes ; pomme de terre : réalisation des buttes, défanage ; semis direct : toutes cultures sauf betterave (John Deere 750 A et Monosem NX 6).

2. Historique

- Depuis plus de 25 ans toutes les cultures de l'exploitation qui n'avaient pas un précédent herbe ont été cultivées en systèmes de semis sous litières. Le labour était conservé pour le blé d'hiver après prairie artificielle et pour la pomme de terre et la betterave après des mélanges de graminées.
- Les premières expériences en semis direct ont été faites avec le semis sur bandes fraisées pour le maïs et des fourrages semés derrière céréales.
- Sensibilisation supplémentaire par la mise en place d'un site de suivi KABO sur notre exploitation (KABO = programme cantonal de surveillance des sols).
- A partir de 1997, contrat „système de culture ménageant le sol“ avec le service de protection des sols du canton de Berne sur toute l'exploitation.

3. Réflexions pour la conversion au semis direct

- Maintien à long terme de la fertilité du sol
- Considérations économiques (politique agricole 2002 de la Confédération)
- Observations répétées d'érosion et de coulées de boue
- Intérêt vis à vis de techniques culturales innovantes
- Expériences en semis direct sur sa propre exploitation
- Nouvelles prestations de services
- Rentabilité des productions végétales en Suisse

4. Questions ouvertes

- Durée de conversion
- Travail des chaumes
- Maladies et ravageurs

5. Résumé

- Presque tout plaide en faveur du semis direct
- Grande exigence pour le chef d'exploitation
- Le semis direct n'est pas un investissement de court terme



John Deere 750 A et Monosem NX 6



MM. WYSSBROD (à gauche) et le Dr STURNY lors de la visite des parcelles de l'exploitation





Institut Transfrontalier d'application et de développement agronomique

TCS : l'expérience suisse

Une visite sur le site expérimental de Zolllikofen a permis de se rendre compte de l'avancée technique des Suisses dans le domaine des TCS. Après sept années d'essais, les rendements en TCS dépassent ceux des cultures en labour.

À l'Irada, on glisse pour une plus grande mise en commun des moyens et des programmes de recherche et de l'exploitation des résultats expérimentaux en Rhénanie, tout pour compenser les désengagements nationaux concernant la recherche, tant en France qu'en Allemagne. À l'honneur de la restriction des budgets et du regroupement des centres de recherche pour plus de rationalité et tandis que l'agriculture s'attend à des grands changements, la recherche agronomique en Rhénanie risque de se retrouver privée de nombreuses références techniques régionales dans une ère sans doute sans précédent.

Le développement des échanges culturels simplifiés est un de ces changements qui supposent des expertises fondées sur des références techniques. Le centre de recherche et de vulgarisation agronomique de Zoll-

likofen en Suisse expérimente les TCS depuis 1994. Jeudi 9 juin, de nombreux agriculteurs de l'est de la France, amenés par l'Irada, sont allés à la rencontre d'Andreas Chervet et de Wolfgang Storz, les deux agronomes qui conduisent l'expérimentation en TCS dans le canton de Berne. L'occasion d'aborder des thèmes aussi variés que celui des mycotoxines.

Mycotoxines : facteurs à risques

Pour Suzanne Vogelgsang, chercheur suisse à Agrascop, et Klaus Mamm, lui aussi spécialiste de la question dans le Bade Württemberg, les mycotoxines sur blés ne sont pas uniquement le fait des TCS. Elles résultent surtout de l'addition de facteurs qui démultiplient les risques. Citons par ordre d'importance : le précédent maïs, la gestion des résidus de paille et la sensibilité

variétale. Pour Suzanne Vogelgsang, le facteur de la sensibilité variétale est très sous-estimé. Les expériences montrent qu'en broyant finement la paille de maïs et en la répartissant uniformément en vue d'une bonne décomposition, on diminue sensiblement les risques, mais cela ne suffit pas si la variété est sensible. Klaus Mamm a d'ailleurs montré que 30 unités d'urée épandues sur les pailles pour faciliter leur décomposition pourraient aider à réduire les teneurs en mycotoxines. Les micro-organismes microscopiques ont en effet besoin d'azote. Les questions ont aussi concerné les fongicides. S'il est impératif de protéger les récoltes, les produits étant généralement plus infestés que les essais traités, Suzanne Vogelgsang déconseille les strobilines systémiques sur les blés, mais efficaces contre leurs sporogones, tels les microchimiques et les penicillines. De plus, ajouta-t-elle, les strobilines altèrent la période végétative et retardent la dessiccation à la maturation, et accroissent donc le risque d'attaque de fusariose.

Quel semoir ?

En Suisse, on teste les différents semoirs. Une expérimentation conduite à l'Agrascop pendant trois ans a consisté à voir si les semoirs pour semis direct avaient un effet sur le rendement dans une terre "laxte" et relativement légère. L'expérience est menée sur précédent de maïs de tonte et de graminée, moule avant le semis de maïs. Aucune différence significative entre les semoirs John-Deere, Kinze, Séralate, Cross Slot (un semoir auto-ajustable) n'a été observée. Le rendement moyen était tout de même de 96 quintaux.

Perspectives de réussite des TSL dans l'espace rhénan

Du côté de l'Association pour la recherche agronomique en Alsace, Eric Gruenewald a présenté les résultats d'une enquête détaillant les pratiques des agriculteurs en TSL en Alsace et en pays de Bade. Une seconde étude réalisée auprès de TCS sites et des producteurs régionaux a montré que les prescriptions sont plutôt réservées à l'égard des TCS en invoquant des raisons de maladies et de ravageurs, de maîtrise d'adventices et de faible productivité. Inversement, du côté des praticiens, on met en avant l'aspect agronomique et la baisse des charges. Pour les agriculteurs, les défis aux TCS sont surtout liés au manque de références, d'expérience et de conseil spécialisé, étant donné l'exigence technique.



La structure de la terre est complètement abîmée.



La porosité des terres grâce aux galeries de vers de terre permet une meilleure infiltration de l'eau. Les rendements sont sensiblement améliorés en TCS, de 20 % pour les céréales.



Andreas Chervet et Wolfgang Storz, les deux agronomes qui conduisent l'expérimentation en TCS à Zolllikofen, devant un champ de betteraves sous couvert de ruzila oléifère (Photo: D. L.).



La terre est fertilisée en labour, graminée en TCS.

Rendements améliorés

La journée s'est poursuivie sur le terrain avec la visite des essais de semis direct comparés avec le semis conventionnel depuis dix ans sur le site de Zolllikofen. Les Suisses bénéficient d'aides substantielles pour la conversion, de 100 à 400 euros/hectare. La rotation comprend six céréales : des betteraves sucrières, du blé, des pois, du seigle, du maïs et de l'orge. Cultures du seigle et du maïs permettent de casser la pression en adventices. Des cultures intercalaires permettent d'entretenir une bonne couverture, la sècher avant le maïs et le pois, ainsi que des crucifères. En TCS, il n'y a plus d'intervention mécanique au sol, à l'exception de l'arrachage des betteraves. Selon Wolfgang Storz, les

TCS ont amélioré le portance, diminué le risque d'érosion, accéléré les passages, et réglé le cycle de l'azote, d'où des rendements équivalents pour des fertilisations inférieures. Cette baisse n'a néanmoins été observée qu'après six ans, et au prix d'une modification de la rotation des cultures, en remplaçant la pomme de terre par une légumineuse et le blé par du seigle. Les TCS supposent cependant une surveillance accrue des adventices et de la gestion des herbicides, ainsi qu'une gestion des pailles de maïs en les broyant pour limiter le risque fusariose. Il aura fallu huit années pour que les terres en TCS obtiennent les mêmes niveaux de rendements en maïs et en betteraves. Quant aux rendements de céréales, ils progressent de 10 %. L'expérience de Zolllikofen montre qu'il est possible d'augmenter la productivité tout en diminuant l'impact environnemental.

La journée s'est poursuivie et conclue par la visite de l'exploitation d'Andreas Wyrstod à Rühren, près de Berne. Cet agriculteur exploite une trentaine d'hectares et exerce une activité d'entrepreneur avec différents semoirs, pour une superficie totale de 500 ha. Les visiteurs ont pu apprécier le bon niveau de productivité obtenu, selon les avis, avec bien trop de traitements, ainsi trois fongicides sur un colza ou encore des débiterges au roundup à 4 l/ha. Toutefois, les problèmes d'érosion dans cette région nationalisée et à forte densité de population sont résolus avec les TCS et des rotations diversifiées.

D. L.

Liste des participants au forum ITADA du 09 juin 2005

NOM	Prénom	Organisme	NOM	Prénom	Organisme
Intervenants			CLINKSPOOR	Hervé	ITADA/ARAA
CHERVET	Andréas	SEA Canton de Berne	COTTON-HALLER	Pascal	Agriculteur
GRANVEAUX	Eric	ARAA (F)	CROCHET	Benoît et Jean François	Agriculteurs
HAUCK	Joachim	MLR Bade Wurtemberg	DE CLERC	Christophe	Agriculteur
HÖLSCHER	Thomas	ANNA (D)	DUTOUYA	Clément	Animateur FNACS
MAHRER	Werner	LZ Ebenrain	ECOCHARD	Michel	Ch. Agr. Aube
MASTEL	Klaus	LAP Forchheim (D)	FEUERSTEIN	Hervé	Ets. FEUERSTEIN
STREIT	Bernhard	AGROSCOPE FAL Zürich	FUCHS	Frédéric	Agriculteur 68
STURNY	Wolfgang	SEA Canton de Berne	GIGOT	Jean Luc	Agriculteur
VOGELSANG	Suzanne	AGROSCOPE FAL Zürich	GOLDSCHMIDTT	Fritz	Agri Biederthal
WYSSBROD	Andreas	Agri Rubigen	GROSSHANS	Robert	CAC Colmar
			GUERRE-GENTON	Bernard	Université Haute Alsace
D			HALBIN	Etienne	GVA vallée de la Saulx
HAID	Paul	LRA Biberach	HEINRICH	Joseph	Agri Gommersdorf
LOHRMANN	Luisse	LRA BL	HERGOTT	Mathieu	Etudiant
MAIER	Andreas	RP Karlsruhe	JACQUEMIN	Philippe	Agriculteur
MULDER	Martine	IfuL	JUNCKER	Françoise	ARVALIS
MÜLLER-SAEMANN	Karl	ANNA	KARCHER	Philippe	Agriculteur
NAWRATH	Martin	St Georgen	KEIM	Chrstitian	Ch. Agri. 67
RECKNAGEL	Jürgen	IfuL	KLINGHAMMER	Alfred	Ch. Agri. 68
ROSS	Saskia	Freiburg	LACROIX	Pascal	CFPPA 67
SCHWEIKLE	Volker	Lfu Karlsruhe	LANDUYT	Laurent	Agriculteur
UNTERSEHER	Eric	IfuL	LEFEVRE	David	Revue Est Agricole Viticole
VETTER	Reinhold	IfuL	LEMEY	Philippe	Agriculteur
WEBER	Klaus	LRAEM, LWA	LITZLER	Jean-Marc	Agriculteur
WENZ	Manfred	Landw. Ottenheim	MAFF	Claude	Agri. Gommersdorf
WIGGERT	Markus	Landw. Augsburg	MASSOUBEYRE	David	Etudiant
WEISS	Katharina	ULB LRA Tübingen	MEINRAD	Guy	AGRIVALOR
			MORIN	David	Agriculteur
CH			NEUHARD	Gérard	Ch. Agri. 67
FLEURY	Johny	BLW/ASV Bern	NASS	Claude	Agri. Gommersdorf (68)
GISIGER	Edith	VD Riedholz	NASS	Heinrich- Joseph	Agri. Gommersdorf (68)
HAEBERLI	Martin	Rösshäusern	OBERLI	Philippe	Ferme Weckenthal
HOFER	Niklaus	IP Suisse	PFENDLER	Jean-Marc	Agriculteur
KEISER	Andreas	S H Landw.	PFENDLER	Pierre	Agriculteur
KLOPFENSTEIN	Stéphan	Serv Agr. Fribourg	POTIER	Fabien	Ag. de l'Eau Rhin Meuse
STRÄSSLE	Bernhard	VD Riedholz	PRIMOT	Sophie	INRA Mirecourt
			RICHARD	Florence	Ch. Agri. Aube
F			SCHAUB	Anne	ARAA
BASTIEN	Jean Philippe	Agriculteur	SCHAUB	Christiane	Ch. Agri. 67
BLATZ	Aimé	INRA Colmar	SCHNEIDER	Jean-Paul	Agri . Geispitzen
BLOUET	André	INRA Mirecourt	SCHNEIDER	Florence	INRA Colmar
BORNERT	Nicolas	Ch. Agri. 67	THIERY	Patrick	Agriculteur
BROBECK-ALLARD	Nathalie	Ch. Agri. 68	TRESCH	Philippe	Ch. Agri. 67
BULOLOU	Béatrice	DAFTE / Région Alsace	VAN DIJK	Paul	ARAA
BURGET	Gérard	Maire de Kappelen	WENGER	Luc	Agri. Wenckel (68)
BURTIN	Marie-Line	ARAA	WENTZ	BERNARD	DRAF ALSACE

