



Bilan écologique comparatif du semis direct et du labour

B. SCHALLER, Th. NEMECEK, B. STREIT et U. ZIHLMANN, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich

A. CHERVET et W. G. STURNY, Office de l'agriculture et de la nature du canton de Berne, Rütli, 3052 Zollikofen

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

Introduction et dispositif expérimental

L'impact environnemental des deux systèmes de culture a été comparé sur la parcelle de suivi à long terme «Oberacker» à l'Inforama Rütli de Zollikofen (encadré; fig.1 et 2). De 1999 à 2005, une rotation des cultures a été étudiée à l'aide de la méthode SALCA (*Swiss Agricultural Life Cycle Assessment*; Gaillard *et al.*, 2006). Répondant à la norme ISO 14040 (ISO 1997), cette méthode permet une appréciation d'ensemble des systèmes de production agricoles quant à leurs impacts potentiels sur l'environnement. Trois domaines ont été pris en compte:

- la gestion des ressources: besoin en énergies non renouvelables, potentiel de formation d'ozone et de gaz à effet de serre;
- la gestion des éléments fertilisants: potentiel d'eutrophisation et d'acidification;
- la gestion des polluants: écotoxicité terrestre et aquatique ainsi que pour l'être humain.

Le volet «biodiversité» de la méthode SALCA n'a pas été pris en compte, par contre celui de la «qualité des sols» de Oberholzer *et al.* (2006) a été intégré. Le système de production agricole a été considéré selon Nemecek *et al.* (2005), c'est-à-dire jusqu'au seuil de la ferme. Il n'inclut donc pas la transformation des produits de récolte, excepté leur séchage. Les résultats du volet «écotoxicité terrestre» ne seront pas discutés ici car les résultats obtenus à l'aide de trois méthodes différentes (CST95, EDIP97, CML01) donnent des résultats contradictoires.

Résumé

Les systèmes de culture avec labour (LA) et en semis direct (SD) sont comparés depuis 1994 sur un sol mi-lourd de l'Inforama Rütli à Zollikofen (BE), dans le cadre d'une rotation de grandes cultures sans périodes de jachère. Les impacts des deux systèmes sur l'environnement ont été calculés sous la forme d'un bilan écologique pour la période de culture 1999 à 2005. Les calculs ont pris en compte la gestion des ressources, des fertilisants et des polluants. Le système SD, qui évite tout travail du sol, peut être considéré comme plus favorable écologiquement parlant, que la comparaison porte sur la surface agricole ou le rendement en matière sèche. Le système SD a également un effet positif sur la qualité du sol. Cependant, l'impact un peu plus marqué des herbicides dans le système SD est à surveiller; la charge pour l'environnement des deux modes de culture reste toutefois très dépendante du choix des matières actives. Les risques d'érosion et les pertes de phosphore par ruissellement ont été estimés à l'aide d'un modèle de calcul prenant en compte l'inclinaison du terrain. Les risques sont faibles avec le SD jusqu'à une pente de 18%, tandis que le ruissellement augmente fortement avec la pente dans le système LA.



Fig. 1. Parcelle de suivi à long terme Oberacker à l'Inforama Rütli de Zollikofen. Vue aérienne du 29.06.2004 (photo Gabriela Brändle, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART).

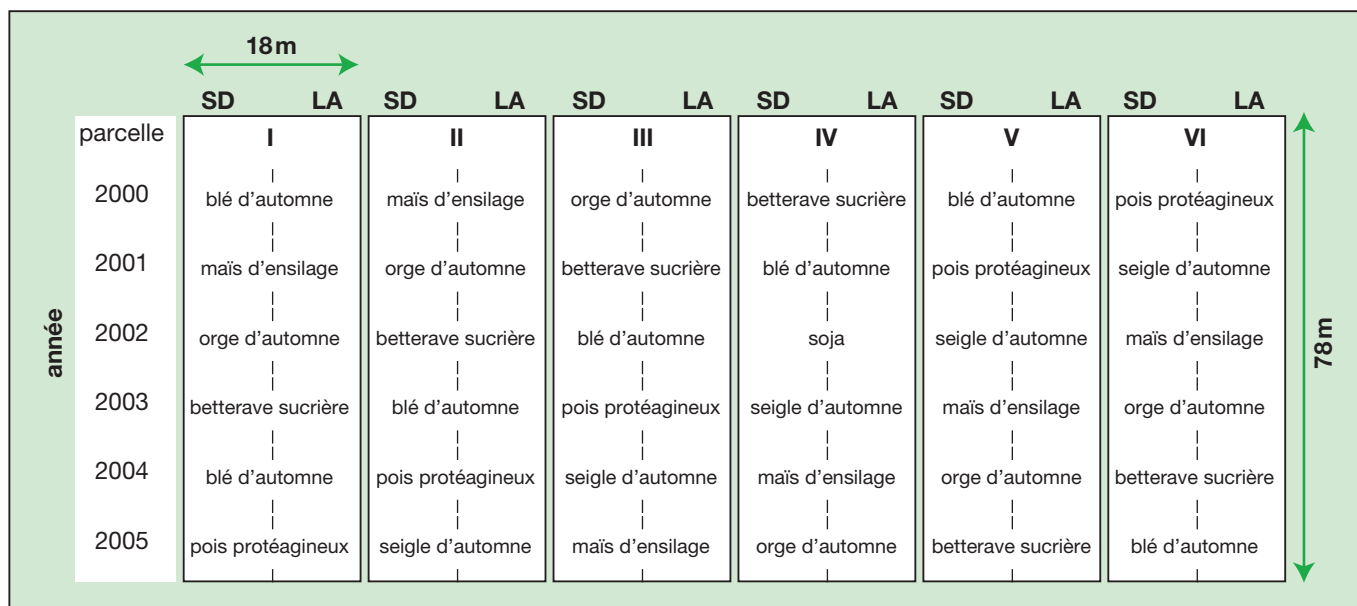


Fig. 2. Plan d'essai avec la rotation des cultures pratiquée de l'automne 1999 à 2005 (SD = système semis direct; LA = système labour). Parcelle de suivi à long terme Oberacker, Rütli-Zolllikofen.

Résultats

Production

Le tableau 1 résume les données de production les plus importantes pour le bilan écologique des systèmes de culture. Les rendements en matière sèche par hectare et par année ont été supérieurs d'environ 4% dans le système SD que dans le système LA, ceci pour des doses d'engrais minéraux un peu supérieures. En tenant compte des cultures intercalaires, le système SD a ainsi reçu 4,1 kg/ha/an de N en plus sous forme d'engrais minéraux (Chervet *et al.*, 2005). La fumure minérale en phosphore (P_2O_5) a aussi été plus importante, mais de seulement 0,8 kg P_2O_5 /ha/an, tandis que la fumure minérale en potassium (K_2O) était identique. Dans les deux modes de culture, les doses des trois nutriments principaux ont été bien inférieures aux normes recommandées par les stations fédérales de recherche agronomique. Cela s'explique par les réserves élevées du sol en P_2O_5 et K_2O ainsi que, pour le N, par la culture de légumineuses.

Le système SD ne nécessitant aucun travail du sol avec charrue ou herse, il a permis d'économiser 15% des interventions mécanisées, d'où une réduction de 50% du nombre de passages sur le champ. Le nombre de jours avec risque élevé d'érosion a été réduit de 80% dans le système SD.

Le renoncement au travail du sol dans le système SD a nécessité un traitement des engrais verts et de la flore adventice au moyen d'herbicides non sélectifs.

Une fois les cultures en place, la lutte contre les adventices a été pratiquement la même dans les deux systèmes. En moyenne annuelle, le système SD a nécessité 1,2 kg/ha de matières actives supplémentaires que le système LA.

Impacts sur l'environnement

Le tableau 2 présente tous les impacts estimés sur l'environnement; ils sont calculés en valeurs absolues pour les

deux systèmes culturaux, ainsi que pour le système SD en % du système LA. Les cellules vertes représentent les cas où le système SD est «favorable» d'après le principe d'interprétation de Nemecek *et al.* (2005). Dans les cellules blanches, les comparaisons montrent aussi une tendance favorable, mais sans certitude; dans ces cas, les systèmes doivent être considérés comme «semblables». Dans l'ensemble, le système SD se situe donc entre «tendanciellement plus favorable» et «assurément plus favorable».

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 (Confédération suisse 1983) et à améliorer le rendement économique. A l'Inforama Rütli de Zolllikofen (fig.1), un essai a été mis en place en août 1994 pour comparer les avantages et inconvénients des systèmes de culture basés sur le semis direct ou sur le labour.

Cet essai en bandes et sans répétitions est installé sur un sol brun profond avec 15% d'argile, 3% d'humus et humidité sous-jacente (Chervet *et al.*, 2001). Six soles de 14 ares, côte à côte, sont chacune utilisées pour une moitié en semis direct et pour l'autre moitié labourées. Actuellement, la rotation des cultures, qui convient à une exploitation sans bétail, est la suivante: maïs d'ensilage (MS) - orge d'automne (OA) / engrais vert avec crucifères (EV) - betterave sucrière (BS) / EV - blé d'automne (BA) / EV - pois protéagineux de printemps (PP) / EV - seigle d'automne (SA) / EV. Cette rotation est menée conformément aux directives IP-Suisse.

L'essai de démonstration est conduit par le Service des améliorations structurelles et de la production (SAP) du canton de Berne et par l'Inforama Rütli. Des paramètres concernant la physique, la biologie et la chimie du sol sont mesurés à côté d'autres relevés agronomiques. Certains aspects sont étudiés par la Haute école suisse d'agronomie (HESA) de Zolllikofen et par Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.

Le présent article est le sixième d'une série traitant de l'essai comparatif Oberacker.

Tableau 1. Données relatives à la production des systèmes de culture SD et LA, en moyenne par hectare et par année, y compris les engrais verts. Parcelle de suivi à long terme Oberacker, Rütli-Zollikofen (1999 à 2005).

	SD	LA
Rendement au champ (t MS)	10,1	9,7
Fumure minérale en N, cultures principales seulement (kg et % de la norme) ¹	58,8 (63%)	56,2 (57%)
Fumure minérale en N, y compris engrais verts (kg et % de la norme) ¹	61,8 (60%)	57,7 (53%)
Fumure minérale en P (kg P ₂ O ₅ et % de la norme) ²	28,3 (34%)	27,5 (33%)
Fumure minérale en K (kg K ₂ O et % de la norme) ³	16,7 (9%)	16,7 (9%)
Interventions culturales mécanisées au champ	7,5	8,8
Nombre de passages avec machines	152	310
Travail du sol avant semis d'engrais verts (herse rotative à prise de force)	–	0,6
Travail du sol avant semis des cultures principales (charrue et herse à prise de force)	–	2
Nombre de traitements phytosanitaires (pré-semis ou pré-levée)	0,5	–
Nombre de traitements phytosanitaires (post-semis)	1,3	1,4
Produits phytosanitaires (kg matières actives) ⁴	3,2	2
Jours avec risque d'érosion élevé ⁵	13	68

¹Normes de fumure selon Ryser *et al.* (2001), non corrigées selon les rendements: 93 kg N pour cultures principales seulement (107 kg N y compris engrais verts).

²Normes de fumure selon Ryser *et al.* (2001), non corrigées selon les rendements: 84 kg P₂O₅.

³Normes de fumure selon Ryser *et al.* (2001), non corrigées selon les rendements: 178 kg K₂O.

⁴Aucun traitement insecticide ni fongicide.

⁵Jours compris entre un travail du sol et un taux de couverture du sol de 10% (Prasuhn et Grünig, 2001).

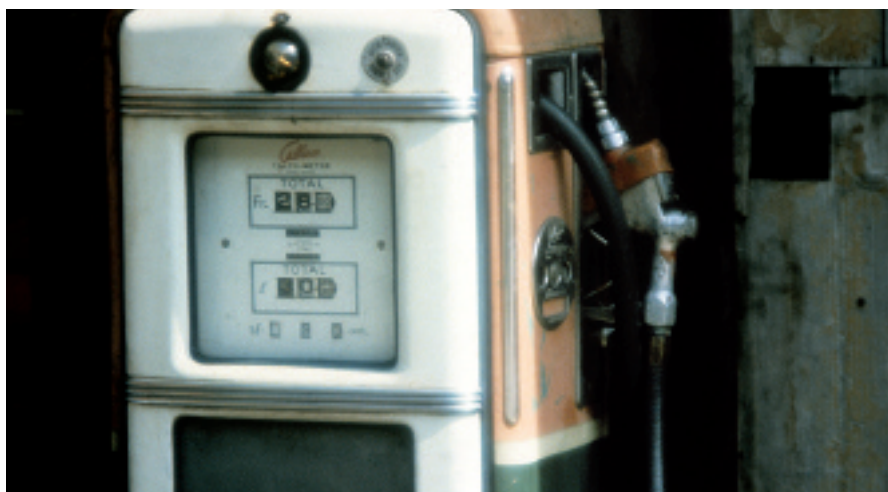


Fig. 3. La consommation de carburant doit diminuer pour des raisons de protection climatique, pour réduire la teneur en poussières fines dans l'atmosphère et aussi pour abaisser les coûts de production. Le système SD offre d'intéressantes perspectives (photo E. Kramer).

Besoins en énergie

En moyenne, le système SD nécessite moins d'énergie que le système LA, soit 1,3 GJ de moins par hectare et par année (tabl. 2). Cette différence correspond à une économie de 36 l de carburant diesel par hectare et par année (fig. 3).

Tableau 2. Impacts sur l'environnement des systèmes de culture SD et LA, y compris engrais verts. Moyennes par hectare et par année ou par tonne de matière sèche produite. Parcelle de suivi à long terme Oberacker, Rütli-Zollikofen (1999 à 2005).

Domaine de gestion	Impacts sur l'environnement	Unité	Par ha et année		Relatif	Part de MS		Relatif
			SD	LA	(LA = 100%)	SD	LA	(LA = 100%)
Gestion des ressources	besoin d'énergie	éq. MJ	14 747	16 050	92	1459	1655	88
	potentiel de formation d'ozone	kg éq. C ₂ H ₄	0,485	0,595	82	0,05	0,06	78
	potentiel de gaz à effet de serre	kg éq. CO ₂	2070	2141	97	205	221	93
Gestion des éléments fertilisants	potentiel d'eutrophisation	kg éq. N	45	48	93	4,47	4,99	90
	potentiel d'acidification	kg éq. SO ₂	13,2	14,13	93	1,3	1,5	87
Gestion des polluants	écotoxicité aquatique	PEA ¹	840 749	1 006 119	84	83 163	103 714	80
	toxicité humaine	PTH ²	517	716	72	51	74	69

¹PEA = potentiel d'écotoxicité aquatique. ²PTH = potentiel de toxicité humaine.

Fig. 4. Besoin en énergie non renouvelable des systèmes de culture en semis direct (SD) et avec labour (LA), y compris engrais verts. Moyennes par hectare et par année. Les valeurs en pour-cent se rapportent au total des besoins énergétiques du système. Parcelle de suivi à long terme Oberacker, Rütli-Zollkofen (1999-2005). ▷

Le besoin énergétique total se compose de l'énergie nécessaire aux interventions culturales mécanisées (M) – y compris l'énergie servant à construire les machines – ainsi que de l'énergie utilisée pour la fabrication des agents de production (P) tels que produits phytosanitaires, engrais minéraux, semences, carburant pour brûlages et séchages. Dans le système LA, les parts de M et de P sont presque égales; en revanche, dans le système SD, le besoin en énergie se compose de 64% pour P et 36% pour M (fig. 4). Cette part accrue de P s'explique par l'économie faite du travail du sol et aussi par les dépenses un peu plus élevées en intrants tels que produits phytosanitaires (fig. 5) et engrais minéraux. Dans les deux systèmes, les points qui nécessitent le plus d'énergie sont la production des engrais minéraux, suivi de la fabrication et de l'utilisation des machines de récolte. Le travail du sol arrive en troisième position dans le système LA, mais n'existe pas dans le système SD.

La figure 4 inclut le séchage du soja en 2002, seule année où cette plante a été cultivée et où la récolte s'est passée dans des conditions très humides. A elle seule, cette opération a nécessité 3% (SD) et 2% (LA) de l'énergie consommée sur les six ans de la rotation des cultures. Les autres cultures à battre n'ont nécessité que peu d'énergie au séchage: 0,2% (SD) et 0,1% (LA) du besoin total de l'énergie pour les vingt-trois parcelles récoltées.

La lutte contre les adventices par brûlage a été pratiquée trois fois dans le système SD et deux fois dans le système LA. Cela a représenté une part importante des besoins énergétiques de la rotation (fig. 6). Alors que la figure 4 présente les besoins énergétiques par catégorie M et P, la figure 7 présente ces mêmes besoins par culture principale (sauf pour le soja). Le seigle et le pois protéagineux ont nécessité le moins d'énergie par hectare et par année, car ils n'ont reçu que peu ou pas d'engrais. Une fumure de fond en P₂O₅

Fig. 6. Le brûlage présente un mauvais bilan écologique et n'apporte pas de réelle alternative. ▷

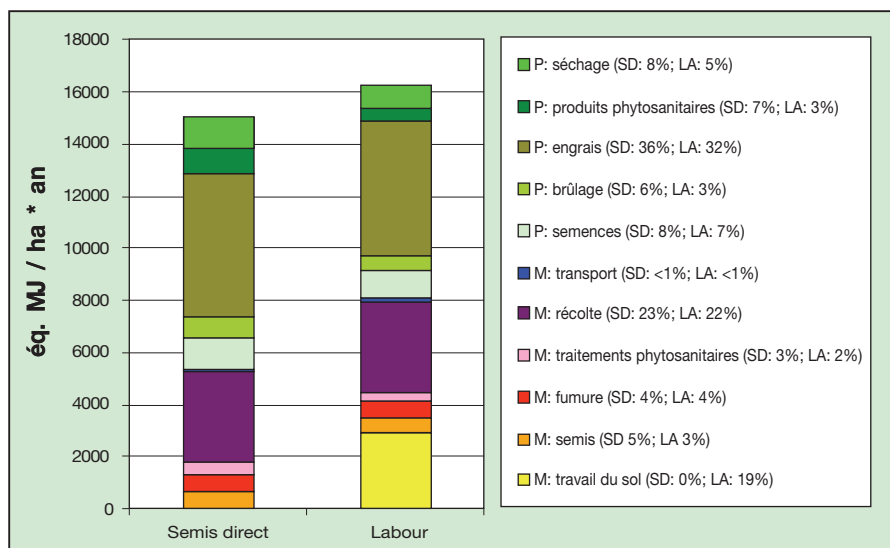


Fig. 5. L'utilisation d'herbicides peut être réduite grâce à une rotation des cultures judicieuse. Dans un système de semis direct conséquent, le but à long terme est de supprimer l'emploi d'herbicide non sélectif comme le glyphosate, ce qui réduit en même temps le besoin en énergie.



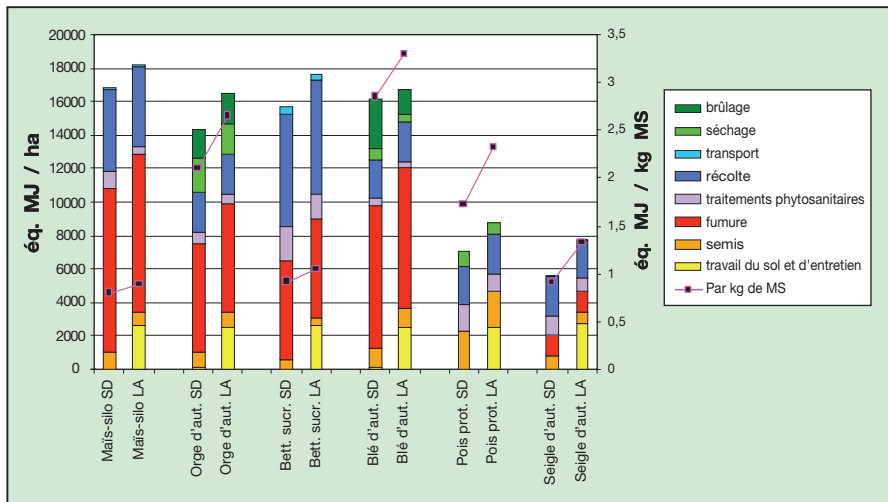


Fig. 7. Besoin en énergie non renouvelable des systèmes de culture en semis direct (SD) et avec labour (LA), à l'exclusion des engrais verts. Moyennes par culture. Les besoins par unité de surface sont représentés sous forme d'histogrammes correspondant à l'échelle de gauche, ceux par unité de matière sèche produite sont sous forme de ligne et sur l'échelle de droite (voir l'encadré pour les abréviations). Parcelle de suivi à long terme Oberacker, Rütli-Zollkofen (1999 à 2005).



Fig. 8. Les légumineuses en culture principale ou en engrais vert (ici: vesces d'été en mélange avec radis oléifères) permettent une réduction massive ou même une suppression de la fumure minérale azotée (photo en médaillon: E. Kramer). L'économie en énergie non renouvelable est remarquable!

et K_2O a été apportée en 2002 sur les six parcelles. L'énergie correspondant à cette fumure apparaît pour un sixième dans le compte du seigle, mais pas chez le pois, qui était cette année-là remplacé par du soja (fig. 8).

Avec leurs rendements élevés, le maïs d'ensilage et les betteraves sucrières sont les cultures les moins gourmandes en énergie par rapport à la matière sèche produite, suivis des cultures recevant peu ou pas de fumure: le seigle et le pois protéagineux.

Potentiel de formation d'ozone

L'ozone troposphérique engendre le smog estival et constitue donc un polluant potentiel. Il est avant tout lié à l'utilisation de carburants. Dans chacun des deux systèmes, c'est la récolte qui engendre le plus d'ozone, suivie de la fumure minérale et, dans une moindre mesure, du travail du sol: comme cette dernière opération n'apparaît pas dans le système SD, son impact environnemental sur la formation d'ozone est moindre. Ce résultat vaut aussi bien quand il est exprimé par hectare et par année que relativement à la matière sèche récoltée (tabl. 2).

Les différentes cultures se classent de la même façon relativement à la formation d'ozone que relativement à la consommation d'énergie. Par rapport à la surface, le seigle produit le moins d'ozone, tandis que la betterave sucrière en produit le plus. Par rapport à la matière sèche récoltée, ce sont à nouveau les cultures à rendement élevé en MS qui sont les plus favorables, à savoir le maïs d'ensilage et la betterave sucrière.

Potentiel de formation de gaz à effet de serre

Les grandes cultures influent sur l'effet de serre, car la fumure azotée libère du protoxyde d'azote (N_2O) et la combustion des carburants, du dioxyde de carbone (CO_2). Ces émissions sont légèrement moins importantes avec le système SD, aussi bien relativement à la surface que relativement à la matière sèche récoltée (tabl. 2).

Dans les deux systèmes, le maïs d'ensilage et le blé d'automne sont les cultures qui nécessitent le plus de fumure azotée; cela entraîne, relativement à la surface, un potentiel de formation de gaz à effet de serre trois fois plus important que celui des cultures recevant peu ou pas d'engrais comme le seigle et le pois protéagineux. Sous l'angle du kg de matière sèche récoltée, le blé et l'orge d'automne, cultures moins productives, sont les moins favorables.

Eutrophisation et acidification

L'eutrophisation exprime l'accumulation indésirable d'azote et de phosphore dans les écosystèmes sensibles comme les lacs, les tourbières ou les prairies maigres. Cette dégradation résulte surtout des pertes en nitrate (NO_3^-) facilement soluble dans l'eau. L'acidification est avant tout due à la volatilisation de l'ammoniac. Le système SD génère potentiellement moins d'eutrophisation et d'acidification que le système LA, aussi bien relativement à la surface que relativement à la matière sèche récoltée (tabl. 2), mais ici aussi les différences sont faibles.

La culture de la betterave sucrière, qui permet un rendement élevé tout en ne demandant qu'une dose moyenne d'engrais, présente les potentiels d'eutrophisation et d'acidification les moins élevés relativement à la matière sèche produite. Son potentiel d'eutrophisation est également le plus faible par année et par hectare.

Gestion des polluants

Dans les systèmes aquatiques, l'écotoxicité potentielle provient pour près de la moitié de l'utilisation des produits phytosanitaires. Le système SD a une écotoxicité potentielle inférieure de 16% à celle du système LA par rapport à la surface et de 20% par rapport à la matière sèche produite. Ces différences par rapport au système LA sont une tendance mais restent de faible amplitude (tabl. 2).

Il existe de nettes différences de potentiels écotoxicologiques entre les cultures. Le maïs d'ensilage et le pois protéagineux présentent ainsi un potentiel deux à trois fois supérieur à celui des céréales d'automne, en raison de l'utilisation des produits phytosanitaires Mikado, Gallant et Urlac. Comme l'écotoxicité de ces produits n'est pas encore connue, ils doivent être considérés comme «produits non spécifiques», ce qui les classe défavorablement par

rapport aux matières actives isoproturon, métamitron, éthofumésate ou pendiméthaline utilisées dans les céréales. La méthode d'appréciation est elle-même sujette à améliorations car de nouveaux produits peuvent être inclus avec le temps.

La toxicité pour l'être humain provient aussi pour 50% des produits phytosanitaires avec le système LA et pour 45% avec le système SD. Ce dernier est significativement plus favorable en la matière, aussi bien par rapport à la surface que par rapport à la matière sèche récoltée (tabl. 2).

Pour le classement des cultures rapportées à la surface, l'orge d'automne est la culture qui a le potentiel de toxicité humaine le plus élevé dans les deux modes de production. Il est suivi du pois protéagineux, du blé d'automne et du seigle dans le système SD; dans le système LA, l'orge d'automne est suivi du pois protéagineux, de la betterave sucrière et du maïs d'ensilage. Lorsqu'on se place en fonction de la matière sèche produite, les cultures à fort rendement sont les plus favorables: maïs d'ensilage et betterave sucrière. Pour ce critère également, la culture d'orge d'automne reste la plus écotoxique à cause de l'utilisation de matières actives comme le carfentrazone ou le fénoxaprop.

Qualité du sol

À l'exception du travail du sol, les deux systèmes influencent de manière comparable la qualité du sol (rotation des cultures, fumure, traitements phytosanitaires). Ce fait explique que six des neuf indicateurs selon la méthode d'évaluation d'Oberholzer *et al.* (2006) ne montrent aucun changement significatif et sont donc absents du tableau 3. Il s'agit des indicateurs suivants: profondeur physiologique, teneurs en métaux lourds, teneur en C organique, polluants organiques ainsi que biomasse et activité microbiennes.

Tableau 3. Impacts sur la qualité du sol des systèmes de culture SD et LA. Parcelle de suivi à long terme Oberacker, Rütli-Zollkofen (1999 à 2005).

Système de culture	SD						LA				
	--	-	0	+	++		--	-	0	+	++
Indicateurs ¹	--	-	0	+	++		--	-	0	+	++
Biomasse de vers de terre					++				0		
Volume de pores grossiers					++					+	
Stabilité des agrégats				+						+	

¹ -- = changement très négatif; - = changement légèrement négatif; 0 = aucun changement significatif; + = changement légèrement positif; ++ = changement très positif.



Fig. 9. Si le sol est labouré, la charrue ne devrait pas travailler à plus de 15 cm de profondeur et elle devrait être combinée avec un rouleau packer pour la préparation du lit de semence. La couche supérieure du sol, complètement colonisée par les racines, se défait facilement. De cette façon, le besoin en énergie est fortement diminué. Dans le système «ONLAND» (en médaillon), les (doubles) roues circulent en dehors de la raie de labour. La pression au sol est mieux répartie, ce qui réduit massivement les atteintes physiques causées par le passage du tracteur.

La biomasse des vers de terre est un indicateur qui a évolué très positivement dans le système SD, au contraire du système LA où le travail répété du sol a empêché un tel développement (fig. 9). Cela explique aussi certainement les changements observés sur l'indicateur du volume des pores grossiers, qui a évolué très positivement dans le système SD et légèrement positivement dans le système LA. L'indicateur de stabilité des agrégats a évolué légèrement positivement dans les deux systèmes.

Estimation du risque d'érosion

La parcelle de surveillance à long terme Oberacker est plate. Pour estimer le risque d'érosion dans un terrain irrégulier,

les résultats obtenus ont été utilisés dans un modèle de calcul en combinaison avec différentes pentes. D'après ce modèle, le système SD n'engendre pas de problèmes d'érosion pour des pentes allant de 5 à 18%. Dans le système LA, le risque d'érosion par contre augmente avec la pente dès 5% pour atteindre une perte potentielle en terre fine de 0,87 mm/ha/an à 18% de pente. Le risque d'érosion entraîne aussi un risque de pertes de P par ruissellement. Dans le système SD, ce risque reste très faible même avec une forte pente, tandis qu'il augmente jusqu'à 4,6 kg/ha de pertes annuelles en P dans le système LA avec une pente de 18%.

Conclusions

- ❑ Selon les résultats de l'étude, le passage au système SD en grandes cultures, donc l'abandon de tout travail du sol comme labour ou hersage, a des effets positifs sur l'environnement.
- ❑ Le calcul d'un bilan ne montre que des effets plus favorables pour l'environnement avec le système SD qu'avec le système LA, même si la tendance reste faible dans bien des catégories.

- ❑ Le système SD améliore également quelques critères de qualité du sol.
- ❑ Le risque d'érosion modélisé en fonction de la pente est réduit avec le SD et par conséquent le risque de pertes de phosphore par ruissellement.
- ❑ En outre, la fumure minérale a un impact environnemental plus important que le travail du sol, en particulier pour ce qui est de la gestion des ressources (besoin d'énergie, potentiels de formation d'ozone et de gaz à effet de serre). Si on exprime cette influence en fonction de la surface cultivée, ce sont les cultures les moins fertilisées, comme le pois protéagineux ou le seigle, qui sont les plus favorables. Lorsque l'impact est rapporté au rendement en matière sèche, les cultures à forte productivité comme la betterave sucrière ou le maïs d'ensilage deviennent les plus favorables.
- ❑ En ce qui concerne la gestion des polluants, le choix des produits phytosanitaires et de leurs matières actives joue un rôle primordial (ici: herbicides sélectifs). Il existe toutefois aussi de grandes différences dues aux méthodes d'évaluation de l'impact dans le bilan écologique.

Bibliographie

- Chervet A., Maurer C., Stumy W. G. & Müller M., 2001. Semis direct en grandes cultures: Effets sur la structure du sol. *Revue suisse Agric.* **33** (1), 15-19.
- Chervet A., Ramseier L., Stumy W. G. & Tschannen S., 2005. Comparaison du semis direct et du labour pendant 10 ans. *Revue suisse Agric.* **37** (6), 249-256.
- Confédération suisse, 1983. Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (Loi sur la protection de l'environnement, LPE). Recueil systématique du droit fédéral, RS N° 814.01.
- Gaillard G., Freiermuth R., Baumgartner D., Calanca P. L., Jeanneret P., Nemecek T., Oberholzer H. R., Prasuhn V., Richner W. & Weisskopf P., 2006. Methode zur Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Systeme. Rapport interne, en préparation.

Summary

Life cycle assessment of a system under no-tillage and ploughing

No-tillage and conventional plough tillage have been compared on a soil of medium heavy texture in a crop rotation without fallow period at the Inforama Ruetti in Zollikofen (Berne) since 1994. For the crop rotation period from 1999 to 2005 the environmental impact of both systems was calculated via life cycle assessment. With regard to resources, nutrients and pollutant management, the environmental impact of the no-tillage system is more favourable than the conventional system involving periodical tillage operations, both per hectare of arable land and annum, and per kg of harvested dry matter. For the no-tillage system positive changes were also found in the assessment of soil quality. It is essential to follow up the impacts of the slightly higher herbicide requirement characterizing the no-tillage system. In both systems, however, pollutant management is strongly influenced by the choice of the active ingredient applied. According to model calculations in which slope gradient was varied, the risk of soil erosion and P-runoff remained constantly low up to a gradient of 18% in the no-tillage system. In contrast, the risk of runoff increased strongly with increasing slope gradient in the conventional tillage system.

Key words: life cycle assessment, energy demand, ecotoxicity, tillage system, no-tillage.

Zusammenfassung

Vergleichsökobilanz bei Direktsaat und Pflug

Seit 1994 wurden am Inforama Rütli in Zollikofen (BE) auf einem mittelschweren Boden die beiden Anbausysteme «Direktsaat» (DS) und «Pflug» (PF) innerhalb einer Ackerfruchtfolge ohne Bracheperioden miteinander verglichen. Von der Fruchtfolgeperiode 1999-2005 wurden mittels Ökobilanz die Umweltwirkungen der beiden Systeme berechnet. Die Berechnungen zeigen, dass mit dem Verzicht auf jegliche Bodenbearbeitung im System DS die Umweltwirkungen des Ressourcen-, Nährstoff- und Schadstoffmanagements im Ackerbau sowohl bezogen auf eine Hektare Ackerfläche und Jahr als auch bezogen auf ein Kilogramm geerntete Trockensubstanz «tendenziell-günstiger» bis «günstiger» zu beurteilen sind als im Vergleichssystem PF mit regelmässiger Bodenbearbeitung. «Leicht positive Veränderungen» zugunsten des Systems DS liessen sich ebenfalls bei der Beurteilung der Bodenqualität feststellen. Der erhöhte Bedarf an Herbiziden im System DS ist problematisch, wobei deren Wirkungen auf das Schadstoffmanagement in beiden Systemen stark abhängig sind von der Wahl der eingesetzten Wirkstoffe. Modellartig durchgeführte Berechnungen mit verschiedenen Hangneigungen zeigen, dass die Bodenerosion und die P-Abschwemmung im System DS selbst bei Hanglagen von bis zu 18% konstant tief blieben; dagegen nehmen die Abschwemmungsraten pro Jahr im System PF mit steigenden Hangneigungen markant zu.

ISO, 1997. ISO 14040 – Umweltmanagement/ Ökobilanz, 14 p.

Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. & Gaillard G., 2005. Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau. *Schriftenreihe der FAL* **58**, 155 p.

Oberholzer H.-R., Weisskopf P., Gaillard G., Weiss F. & Freiermuth R., 2006. Methode zur Beurteilung der Wirkungen landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf die Bodenqualität

in Ökobilanzen – SALCA-BQ. Rapport Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 69 p.

Prasuhn V. & Grünig K., 2001. Evaluation der Ökomassnahmen. Phosphorbelastung der Oberflächengewässer durch Bodenerosion. *Schriftenreihe der FAL* **37**, 152 p.

Ryser J.-P., Walther U. & Fleisch R., 2001. Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages (DBF 2001). *Revue suisse Agric.* **33** (3), 80 p.



EN 45001 / STS 213

SCHWEIZERISCHER PRÜFSTELLENDIENST
SERVICE SUISSE D'ESSAI
SERVIZIO DI PROVA IN SVIZZERA
SWISS TESTING SERVICE

**Son laboratoire accrédité et ses ingénieurs sont à votre service
pour toutes vos analyses et pour des conseils de fumure personnalisés**

SOL-CONSEIL • Changins • Case postale 1381 • 1260 Nyon 1
Tél. 022 363 43 04 • Fax 022 363 45 17 • E-mail: sol.conseil@acw.admin.ch