

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 67 (2005)
Heft: 10

Artikel: Mise en place et fumure azotée dans les systèmes de cultures biologiques et intégrés : Le sarclage permet de réduire le labour
Autor: Anken, Thomas / Irla, Edward / Heusser, Jakob
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1086142>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mise en place et fumure azotée dans les systèmes de cultures biologiques et intégrés

Le sarclage permet de réduire le labour

Thomas Anken, Edward Irla et Jakob Heusser, Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen

E-Mail: thomas.anken@fat.admin.ch

Otto Schmid et Paul Mäder, Institut de recherche de l'agriculture biologique (IRAB), CH-5070 Frick

Walter Richner, Ulrich Walther, Ernst Brack et Caroline Scherrer, Agroscope FAL Reckenholz, Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture, CH-8046 Zürich

Les systèmes de mise en place des cultures, du labour au semis direct, ont été comparés dans le cadre d'un essai de plusieurs années à Tänikon. L'essai portait sur trois procédés de production intégrée et un procédé de culture biologique (BIO). On a constaté que, dans la culture biologique, il était possible de réduire le labour en adaptant la régulation mécanique des adventices. La sarleuse et la herse (fig. 1) ont permis de réguler la flore adventice de manière satisfaisante sans herbicides, même en l'absence de labour. Les rendements de l'orge et du maïs biologiques étaient du même niveau que ceux des cultures intégrées fertilisées avec du lisier. Les rendements du blé biologique étaient en moyenne inférieurs d'environ 15 % à ceux du blé intégré. La fumure azotée

avait une influence plus grande sur les rendements que les différents systèmes de mise en place. Que ce soit avec les apports de lisier ou avec les apports d'azote minéral, seuls 40 à 80 % de l'engrais minéral azoté ont pu être identifiés dans les plantes. Le reste de l'azote administré disparaissait sous forme gazeuse dans l'atmosphère ou se fixait dans le sol, ou encore y était lessivé. La minéralisation de l'azote du sol et l'absorption par les plantes ont présenté une évolution très similaire au cours du présent essai. Les teneurs très basses en azote minéral dans le sol (N_{\min}) et dans l'eau du sol (bougies poreuses) ont permis de supposer que la lixiviation des nitrates était moins importante dans les cultures biologiques que dans les autres systèmes de cultures.

Sommaire	Page
Problématique	40
Site, procédés et informations relatives aux cultures	40
Résultats et discussion	41
Conclusions	45
Bibliographie	45

 **agroscope**
FAT TÄNIKON



Fig. 1: Pour la culture de céréales sans labour, le sarclage (à gauche) et le hersage (à droite) se complètent de manière idéale.

Problématique

Dans l'agriculture biologique, on laboure généralement avant chaque culture principale, notamment à cause de la régulation des adventices. Pour atténuer les répercussions négatives du labour, comme le renforcement de l'érosion du sol, la réduction de la population de vers de terre et les coûts élevés, l'agriculture biologique tente de réduire l'utilisation de la charrue. Comment l'abandon du labour se répercute-t-il sur la flore adventice, la minéralisation de l'azote dans le sol et les rendements ? Ces questions étaient au centre de l'essai au cours duquel on a comparé pendant plusieurs années quatre systèmes de mise en place avec différentes intensités de travail du sol (labour, travail superficiel du sol, semis direct) et deux modes de production (PI et BIO). Outre les différents procédés de mise en place, on a également appliqué différentes méthodes pour apporter la fumure azotée : lisier de bovins complet et engrais minéraux. L'essai avait pour objectif d'étudier les influences de la combinaison technique de mise en place et fumure azotée sur les paramètres agronomiques et sur la dynamique de l'azote.

Site, procédés et informations relatives aux cultures

Sur un sol limoneux à Tänikon, le procédé de culture biologique (BIO) a été comparé aux procédés suivants de production inté-



Fig. 3: Le lisier a été épandu (à gauche) à l'aide d'une rampe d'épandage à tuyaux souples, tandis que les engrais minéraux (à droite) ont été épandus à l'aide d'un distributeur pneumatique.

grée: «Labour» (LA), «Travail superficiel du sol» (TS) et «Semis direct» (SD) (Détails des sites, cf. rapport FAT 598). Dans la culture BIO, en 1999 et en 2001, le sol a été retourné à la charrue avant le semis de maïs, tandis que les autres années, le sol a seulement été travaillé en superficie (5–8 cm) à l'aide d'une herse rotative à axes verticaux ou d'une herse tractée. Dans le cas du LA, le sol a été travaillé chaque année par une charrue à deux socs, suivie d'une herse rotative à axes verticaux. Dans le cas du TS, une herse à bèches roulantes a servi à effectuer le déchaumage, comme pour le procédé BIO et le procédé LA. Par contre, le sol n'a pas été travaillé en profondeur. Dans le cas du TS, une herse rotative à axes verticaux a servi à préparer le lit de semences des céréales d'automne et une fraise en bandes celui du maïs. Dans le cas du SD, il n'y a eu absolument aucun travail du sol. Pour le maïs, la distance entre les lignes était de 75 cm dans tous les procédés. Pour les céréales d'automne, les distances entre les lignes de semis étaient de 12,5 cm pour LA et TS, de 19 cm pour SD et de 25 cm pour BIO (pour per-

mettre le sarclage, fig. 2). L'assolement se composait de maïs-ensilage (1999) – blé d'automne (2000) – maïs-ensilage (2001) – blé d'automne (2002) – orge d'automne (2003) – prairie temporaire (2004).

Les parcelles correspondant à ces procédés principaux ont été divisées en trois procédés de fumure azotée (Split-Plot). Dans la culture BIO, on a épandu du lisier de bovin complet sur tout l'assolement à raison de 1,8 UGB-FG/ha dans le procédé Lisier 1 (LI1) et de 1,2 UGB-FG/ha dans le procédé Lisier 2 (LI2).

Avec les autres procédés, on a appliqué un procédé de fumure minérale (MIN), selon les «Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages» (DBF) et un procédé avec du lisier de bovin complet (LI). Dans le procédé MIN, la fumure azotée minérale a été mesurée à l'aide de la méthode N_{min} , sachant que pour le maïs au stade foliaire 5, on a appliqué la formule «Quantité d'azote sous forme de fumure = $180 \text{ kg N} - \text{kg N dans le sol } (N_{min})$ ». Pour le blé, la formule appliquée était de $120 - N_{min}$, et pour l'orge d'automne de



Fig. 2: Dans tous les procédés, la préparation du lit de semences a été faite avec une herse rotative à axes verticaux. Afin de semer les céréales en respectant une distance de 25 cm entre les lignes dans la culture BIO, une ouverture sur deux était fermée par un insert dans la tête de distribution du semoir pneumatique.

Tab. 1: Total d'azote ammoniacal apporté sous forme d'engrais (kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$) en cas d'utilisation de lisier (LI, LI 1/2) et d'azote pur (kg N/ha) en cas de fumure minérale (MIN). ON= aucune fumure azotée, LA = labour, SD = semis direct TS = travail superficiel.

Année	Production intégrée		Agriculture biologique	
	Fumure	LA; SD; TS	Fumure	BIO
1999 Maïs	MIN	150	LI1	120
	LI	120	LI2	75
	ON	0	ON	0
2000 Blé	MIN	150	LI1	80
	LI	80	LI2	60
	ON	0	ON	0
2001 Maïs	MIN	160	LI1	150
	LI	130	LI2	110
	ON	0	ON	0
2002 Blé	MIN	160	LI1	140
	LI	150	LI2	100
	ON	0	ON	0
2003 Orge	MIN	120	LI1	75
	LI	105	LI2	43
	ON	0	ON	0
Moyenne par an	MIN	148	LI1	113
	LI	117	LI2	78
	ON	0	ON	0

80-N_{min}. La teneur d'azote minéral dans le sol, désignée par N_{min} (NH₄- et NO₃-N) a été déterminée à l'aide d'analyses de sol (0-90 cm de profondeur, 5 prélèvements par parcelle x 3 répétitions par procédé). Comme engrais, on a utilisé du nitrate d'ammoniac (27 % N). Dans le procédé LI, on a administré environ 80 % de la quantité d'azote (NH₄) employée dans le procédé MIN, sachant qu'il a eu des écarts liés à la variation de la teneur du lisier en N. Les valeurs présentées au tableau 1 sont basées sur les analyses des teneurs du lisier réalisées par Agroscope FAL Reckenholz. Dans le procédé LI, en 1999 et en 2001, en plus des apports de lisier, on a également procédé à une fumure minérale en bandes au moment du semis (30 kg N: phosphate diammoniacal en 1999, nitrate d'ammoniac Mg en 2001). Sinon, dans ce procédé, la totalité de la fumure azotée était uniquement apportée sous forme de lisier de bovins complet. Dans l'ensemble de ces procédés, une rampe d'épandage à tuyaux souples a servi à l'épandage du lisier provenant de l'exploitation d'essai d'Agroscope FAT Tänikon (fig. 3). Les engrais minéraux, eux, ont été épandus à l'aide d'un distributeur pneumatique. Les principales informations relatives à la mise en place des cultures sont répertoriées dans le tableau 2. Outre la herse, une sarcluse-étoile (maïs) et une sarcluse à socs en pattes d'oie (blé) ont servi à réguler les adventices dans le procédé BIO (fig. 1). Les dates des différentes interventions sont indiquées dans le tableau 2.

Les herbicides utilisés pour la régulation chimique des adventices dans les procédés LA, SD, et TS sont répertoriés dans le tableau 3. Outre les produits utilisés pour la régulation des adventices, on a également employé les produits chimiques suivants: 7 kg/ha de granulés anti-limaces dans le SD en 2001, ainsi qu'une pulvérisation fongicide de 1,5 l/ha d'Opus top dans le blé d'automne en 2000.

Résultats et discussion

Faibles différences de rendements entre les procédés de mise en place

La figure 4 représente les moyennes (colonnes) des rendements en grains des différents procédés, répartis par culture (maïs, blé et orge) en pourcentage du procédé de labour avec fumure minérale (LA/MIN = 100 %). Sur l'ensemble des années d'essai,

Tab. 2: Dates, variétés et densités de semis

	1999	2000	2000	2001	2002	2003	2004
Travail primaire du sol	03.05.99	11.10.99	—	04.04.01			
Semis	5.5.99	12.10.99	14.08.00	02.05.01			
Culture Variété	Maïs ensilage LG22.65	Blé d'automne Titlis	Moutarde jaune Silenda	Maïs ensilage LG22.65	Blé automne Titlis	Orge d'automne Jasmin	Prairie temporaire SM300
Densité de semis Grains /m ² *	10	420	20 kg/ha	10	420	350	
Bio: sarclage (s), hersage (h)	h:1.6. h:25.6.	h+s 10.04 s 27.04.	—	s 14.05 s+h h 26.06	h/s 14.03 29.05 s15.05	h 29.10.02 s 31.10.02 s 28.03 h 18.03 s 21.03 s 17.04	

* BIO + 10 %

Tab. 3: Régulation chimique des adventices: dates, substances actives et quantités appliquées

Date	Substances actives et quantités
06.05.99	1,2 kg Atrazin, 3 l Glyphosate
03.06.99	1 l/ha Mikado; 1 l/ha Dasul
24.09.99	5 l/ha Glyphosate (uniquement DS)
10.04.00	2,5 l/ha Lumeton; 1,5 l/ha Apell
14.08.00	4 l/ha Glyphosate (uniquement DS)
27.04.01	3 l/ha Glyphosate (uniquement DS)
29.05.01	1,2 kg Atrazin; 1,5 l/ha Mikado
18.03.02	Azur 2,5 l/ha; Apell 2,0 l/ha
06.03.03	2 l Isoproturon, 40 gr Concert; 2,5 l Apell/ha

le procédé BIO/LI1 a obtenu un rendement inférieur de 20 % au rendement du procédé de référence avec fumure minérale. Comme le montre la répartition des différents points sur la figure, les différences entre les années étaient considérables. Par rapport aux procédés LA, TS et SD avec apport de lisier (LI), le procédé BIO/LI1 a fourni des rendements de maïs équivalents, statistiquement parlant. Par contre en 2000 et 2002, le blé d'automne BIO a réalisé un rendement inférieur d'environ 15 %. Le procédé LA avec le même travail du sol que le procédé BIO, a obtenu des rendements en blé nettement meilleurs. Mis à part le traitement fongicide en 2000, qui n'a eu lieu que dans les procédés PI, la variété de blé d'automne Titlis ne semblait pas bien adaptée à une culture avec une distance de 25 cm entre les lignes. Ce point sera exposé plus en détails dans le chapitre suivant.

En 2003, avec BIO/LI1, l'orge d'automne s'est bien développé dès le départ, également avec une distance de 25 cm entre les lignes et a même réalisé un meilleur rendement que LA/MIN. Pourquoi en 2003, dans le cas de LA, le procédé MIN s'est-il développé dès le départ de manière insatisfaisante contrairement au procédé LI? C'est une question qui n'a pas pu être résolue de manière concluante. Les mauvais résultats obtenus par le SD en 1999 (maïs), qui sont dus aux très fortes

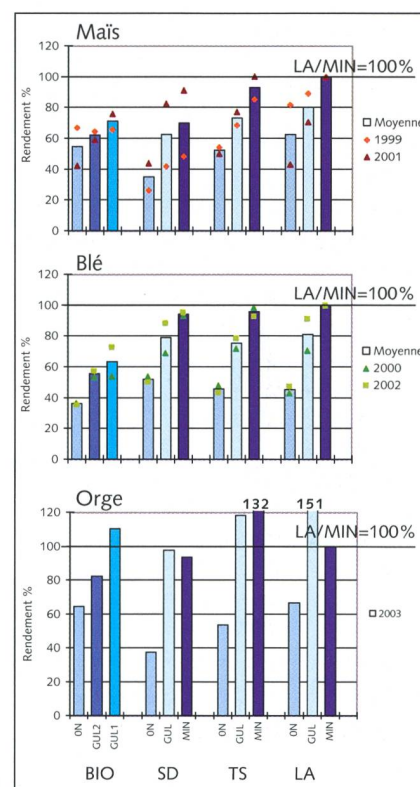


Fig. 4: Rendements relatifs des années 1999-2003 comparés au procédé Labour avec fumure minérale (LA/MIN). Les moyennes des procédés sont représentées par des colonnes. SD = semis direct, TS = travail superficiel du sol, BIO = procédé biologique, ON = aucune fumure azotée, LI = fumure à base de lisier, MIN = fumure azotée minérale. 100 % (dt de grains/ha) = 1999: 113,4 (maïs); 2000: 79,3 (blé); 2001: 104,1 (maïs); 2002: 54,8 (blé); 2003 (orge) 50,0 dt/ha.

précipitations et aux sillons de semence compacts, sont décrits plus en détails dans le rapport FAT 598 et ne sont pas expliqués de manière plus poussée dans le présent rapport.

Au fil des ans, la fumure a eu une influence plus régulière et plus nette sur le rende-

ment que le travail du sol. A quelques exceptions près, les procédés avec la fumure azotée maximum ont toujours obtenu les rendements les plus élevés, les procédés sans fumure azotée, eux, ont toujours obtenu les rendements les plus faibles. Les procédés sans fumure azotée (ON) ont réalisé environ 40 à 60 % du rendement obtenu par le procédé de référence LA/MIN. Le procédé LI resp. LI2 a obtenu des résultats environ 15 % inférieurs à ceux de MIN resp. LI1. A l'exception de 2003, où MIN/LI1 ne se distinguaient pas de LI/LI2 statistiquement parlant, les différences entre les trois procédés de fumure ont toujours été statistiquement significatives. En ce qui concerne l'effet du lisier, on n'a pu observer aucune différence systématique entre les procédés de mise en place au fil des ans. Le lisier permettait d'améliorer le rendement à peu près dans les mêmes proportions quel que soit le procédé. C'est pourquoi on peut supposer que les pertes d'azote étaient du même ordre dans tous les procédés.

Densité de peuplement – principale variable du rendement

La figure 5 indique l'importance des trois variables influant sur le rendement, le nombre d'épis par m², le nombre de grains par épi et le poids de mille grains, pour le maïs (1999/2001) et pour le blé d'automne (2000/2002) par rapport au procédé LA/MIN. En moyenne de toutes les années, le poids de mille grains est la variable dont l'influence s'est avérée la plus faible sur le rendement. Dans le cas du blé, ce sont surtout le nombre de grains par épi et le nombre d'épis par surface qui ont déterminé le niveau de rendement, tandis que pour le maïs, c'est le nombre de grains par épi qui a joué le rôle majeur.

Pour le blé et le maïs, le nombre de grains par épi n'a présenté de différences statistiquement significatives qu'en 1999, lorsque le procédé SD affichait des valeurs inférieures par rapport aux autres procédés de mise en place. La densité de peuplement du procédé SD en 1999 et celle du procédé BIO en 2000 étaient significativement plus faibles que celle des autres procédés de mise en place. Les rendements plus bas du blé BIO étaient dus essentiellement à la faible densité d'épis par mètre carré (environ 260 épis/m). Comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, pour des questions de sarclage, la variété «Titlis» ne semblait pas particulièrement bien convenir pour les cultures où les lignes étaient

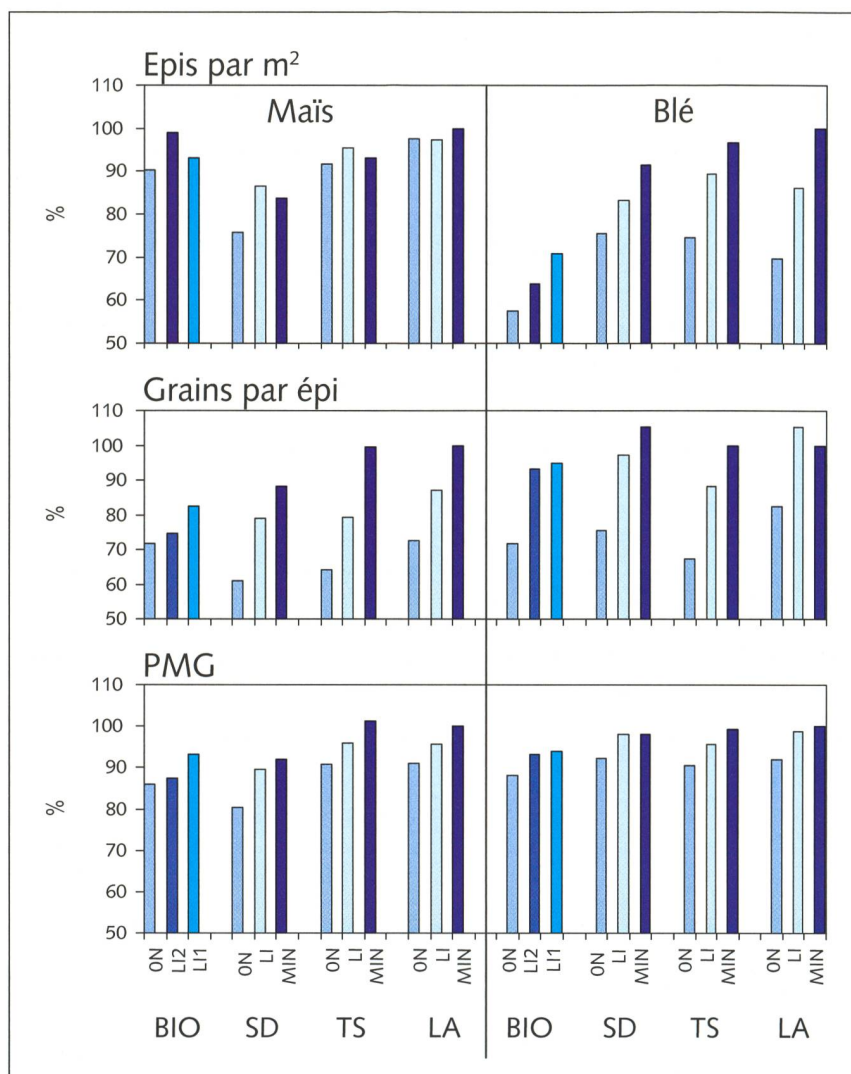


Fig. 5: Valeurs relatives (%) des paramètres déterminant le rendement dans les différents procédés de culture du blé et du maïs par rapport au procédé LA/MIN.

100 % = plants/m² (récolte finale): 1999 (maïs): 10.7; 2000 (blé): 435; 2001 (maïs): 10.6; 2002 (blé): 443 ; 2003 (orge): 576

100 % = grains par épi: 1999 (maïs): 363; 2000 (blé): 34 ; 2001 (maïs): 377; 2002 (blé): 25; 2003 (orge): 20

100 % = poids de mille grains (PMG): 1999 (maïs): 294.3; 2000 (blé): 54.3; 2001 (maïs): 269.0; 2002 (blé): 49.6; 2003 (orge): 43.3

très écartées (distance de 25 cm entre les lignes). Elle a d'ailleurs réagi par une forte réduction du nombre d'épis.

L'influence du procédé de fumure sur les variables du rendement était nettement plus importante que celle des procédés de mise en place. Les procédés de fumure ont généralement influencé les trois variables du rendement de manière significative. Le maïs et le blé ont cependant réagi différemment. Une fumure azotée accrue s'est traduite par des peuplements nettement plus denses dans les cultures de blé d'automne. Au contraire, le maïs, ne possédant pas de faculté de tallage, a surtout réagi en produisant plus ou moins de grains par épi. Les différences relatives

au poids de mille grains étaient statistiquement significatives. Les différences relatives étaient cependant moindres par rapport aux deux autres paramètres.

Prélèvements d'azote par les plantes

Etant donné la fumure azotée plus réduite, resp. les rendements plus faibles en matière sèche, les plantes des cultures BIO affichaient des prélèvements d'azote plus faibles que les autres procédés de mise en place (fig. 6). Pendant les deux années de culture du blé, ces prélèvements étaient significativement plus faibles. Comparé aux autres procédés de mise en place avec

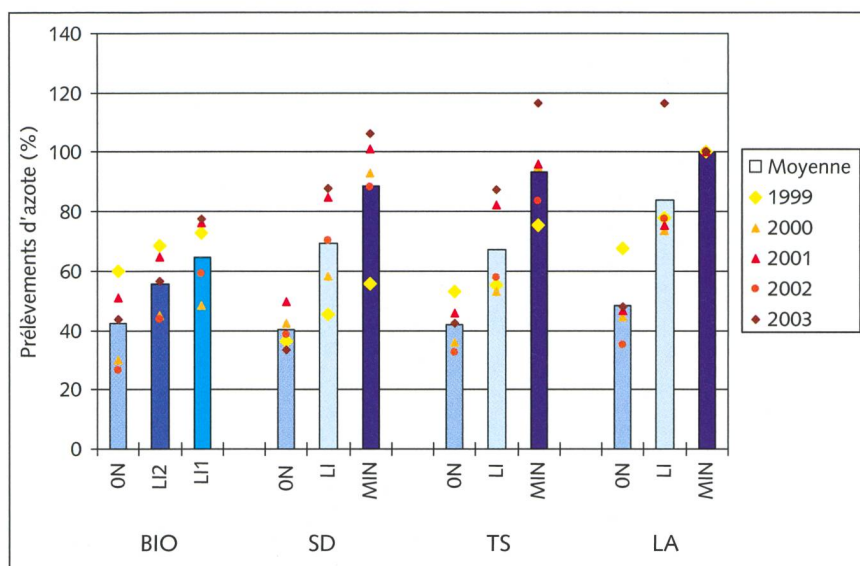


Fig. 6: Prélèvements d'azote relatifs par la partie aérienne de la plante (%) par rapport au procédé LA/MIN en kg d'azote par hectare.
100 % (kg N/ha) = 1999 (maïs): 178; 2000 (blé): 217; 2001 (maïs): 172; 2002 (blé): 186; 2003 (orge): 143 kg N/ha.

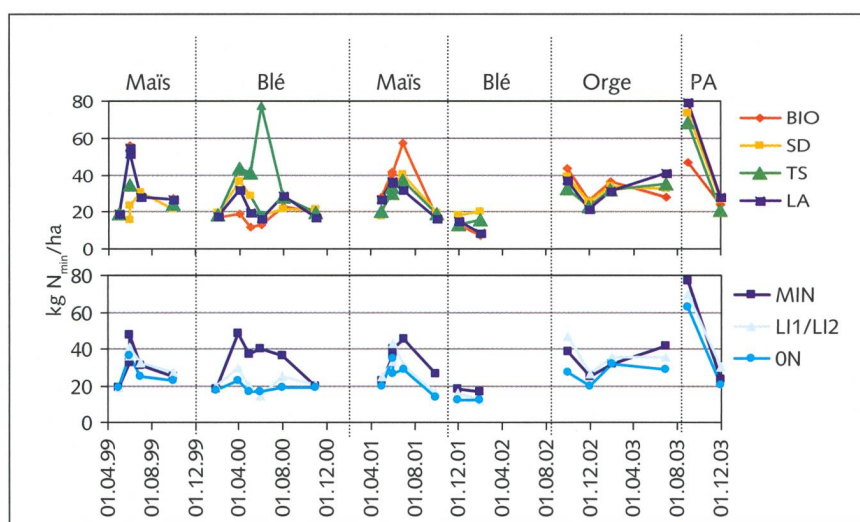


Fig. 7: Evolution des teneurs N_{min} (kg N_{min} /ha) de 1999 à 2003 réparties selon les procédés de mise en place et les procédés de fertilisation. A quelques exceptions près, on n'a constaté aucune différence systématique entre les procédés de mise en place, tandis que l'impact des procédés de fertilisation s'est avéré nettement plus significatif.

apports de lisier (LI) ou sans fumure azotée (ON), les procédés BIO ont néanmoins enregistré des prélèvements d'azote très semblables. Les rendements en matière sèche ont joué un rôle plus important que les différences concernant les teneurs en azote des plantes, teneurs qui ne présentaient d'ailleurs pas de grosses différences lors de la récolte.

Les procédés de fumure se sont de nouveau différenciés de manière plus contrastée que les procédés de mise en place. MIN a entraîné les prélèvements d'azote les plus importants par les plantes et ON les prélèvements les plus réduits, sachant que

les différences entre les trois procédés de fumure étaient statistiquement significatives, à l'exception de LI et ON en 1999. Au fil des ans, le prélèvement d'azote par les plantes correspondait relativement bien au rendement en grains (coefficient de corrélation de 0,81).

Teneurs en N_{min} réduites et faible lixiviation des nitrates

La teneur du sol en azote minéral (N_{min}) ne présentait pas de différences systématiques d'un système de mise en place à l'autre, à quelques exceptions près. Les

teneurs ont rarement dépassé 60 kg N_{min} /ha. Ces résultats montrent que le procédé de minéralisation dans le sol était lent et que la minéralisation proprement dite s'harmonisait bien avec les besoins des plantes. Bien qu'on n'ait pas relevé des teneurs élevées en N, un total de 50–100 kg d'azote par hectare a été minéralisé sur les parcelles non fertilisées et stocké dans les plantes, ce qui correspond à des valeurs normales.

Contrairement aux procédés de mise en place, la fumure minérale (MIN) a tendance à afficher des valeurs N_{min} plus élevées que les procédés avec apports de lisier, notamment pendant la première croissance des plantes. Ce phénomène s'explique par la quantité plus importante d'azote minéral apportée par les engrais. Sur toute la durée de l'essai, c'est le procédé ON qui a enregistré les valeurs N_{min} les plus basses.

La détermination de la teneur en nitrates de l'eau du sol tout les 15 jours environ, à différentes profondeurs et à l'aide de bougies poreuses dans le bloc 1 (fig. 8) montre que de 1999 à 2003 dans le procédé BIO/LI2, la teneur en azote minéral dans le sol se situait en permanence à un niveau modeste. Par rapport au procédé LA/MIN, on peut partir du principe que sur ce site, la lixiviation des nitrates sous les parcelles BIO était encore plus réduite que sous les parcelles labourées, qui affichaient des valeurs annuelles comprises entre 10 et 45 kg NO_3-N /ha.

Les températures élevées entraînent d'importantes pertes d'azote sous forme gazeuse

La figure 9 montre comment est valorisé l'azote dans les différents procédés de fumure MIN et LI. Par rapport aux parcelles non fertilisées, la valorisation de l'azote indique combien d'azote apporté par les engrais a été absorbé par les pousses superficielles des plantes, (formule de calcul: (N dans les plantes fertilisées – N dans les plantes non fertilisées)/N apporté par les engrais * 100). Ce calcul prend uniquement en compte l'azote minéral (ammonium) pour le lisier, la partie organique n'a pas été prise en compte. En plus des valorisations d'azote obtenues dans le présent essai (valeurs annuelles moyennes de tous les procédés avec apports de lisier (LI) et du procédé avec engrais minéral (MIN)), cette figure comprend également les valeurs publiées par Walther (1998). On constate qu'il existe une relation entre la température de l'air lors de l'épandage

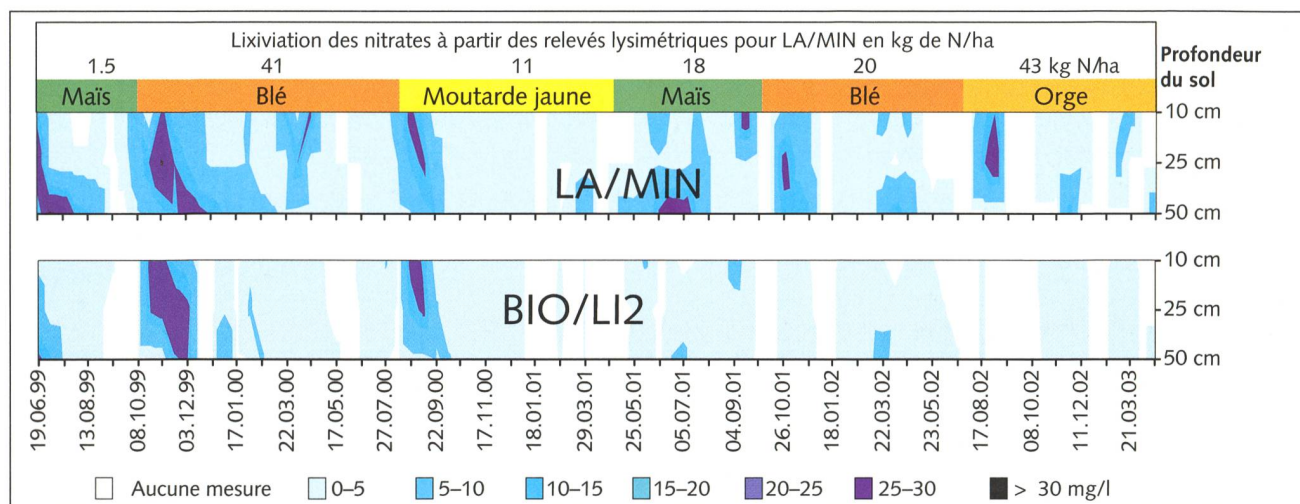


Fig. 8: Teneur de l'eau du sol en nitrates dans les procédés LA/MIN (en haut) et BIO/LI2 (en bas) de 10 à 50 cm de profondeur [mg NO₃-N] de 1999 à 2003. Hormis après la récolte en 1999 et en 2000, les procédés BIO affichent en général des valeurs basses. La quantité de kg N/ha indiquée en chiffres caractérise la lixiviation des nitrates mesurée à l'aide de lysimètres dans les procédés LA/MIN dans les cultures correspondantes.

des engrais et la valorisation de l'azote. Plus la température de l'air est élevée, plus les pertes d'azotes sous forme gazeuse sont importantes et plus la valorisation apparente de l'azote est réduite. Cela signifie que les plantes absorbent moins d'azote lorsque les engrais ont été épanchés par temps chaud que lorsqu'ils ont été épanchés par temps frais. L'azote non absorbé par les plantes s'est soit volatilisé, soit a été stocké dans le sol ou encore a été lessivé. L'équation de régression:

Valorisation apparente de l'azote contenu dans le lisier = $-0.000001 \times (\text{température})^6 - 1.384 \times \text{humidité relative de l'air} + 147.22$ présente une valeur de détermination de $r^2 = 0.73$. Cette équation montre que 73 % des pertes d'azote lors de l'épandage du lisier peuvent être expliquées par la température et l'humidité relative de l'air. L'humidité de l'air joue cependant un rôle moins important que la température.

Dans le présent essai, il semble que malgré l'épandage du lisier à l'aide d'une rampe

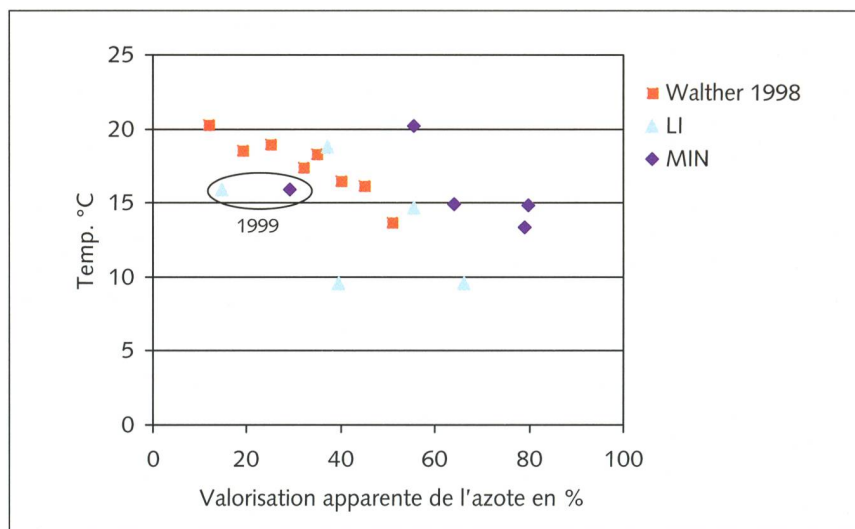


Fig. 9: Valorisation de l'azote dans les procédés de fertilisation LI et MIN, ainsi que valeurs publiées par Walther (1998). La valorisation de N correspond à la part de l'azote apportée sous forme d'engrais présente dans la partie aérienne des plantes après soustraction de la quantité d'azote contenue dans les plantes de la parcelle non fertilisée. La faible valorisation de l'azote apporté par les engrais en 1999 s'explique par la forte minéralisation naturelle (maïs après prairie temporaire).



Fig. 10: Les herse à disques indépendants, conviennent parfaitement pour les cures anti-adventives. Lorsque la paille a été enlevée correctement après les céréales, le traditionnel vibroculteur (à droite) fait également du bon travail.

à tuyaux souples, les pertes d'azote sous forme gazeuses aient été considérables. Il ne faut pas oublier non plus que l'azote organique contenu dans le lisier n'a pas été pris en compte dans les calculs. Si l'on part du principe qu'une partie de l'azote organique contenu dans le lisier a été minéralisé, la valorisation de l'azote minéral du lisier apparaît encore plus modeste. Le procédé MIN affiche des valeurs plus élevées de valorisation apparente de l'azote (les points sont décalés vers la droite), mais le graphique montre également qu'environ un tiers de l'azote apporté par les engrais n'a pas été absorbé par les plantes.

La herse et la sarleuse régulent les adventices même sans labour

Le procédé BIO a renoncé à labourer avant de mettre en place les céréales d'automne. Pour remplacer, on a procédé à une cure anti-adventices en 1-3 passages (suivant les conditions météorologiques) à l'aide d'un vibroculteur et d'une herse à bèches roulantes (fig. 10). Lorsque les conditions météorologiques sont plus ou moins favorables, un travail du sol superficiel suffit à réguler efficacement les adventices en place et à favoriser la germination des semences. Dans les cultures BIO, les céréales ont sciemment été plantées en lignes distantes de 25 cm, pour faciliter le sarclage entre les lignes. Les parcelles étant constituées de limon sablonneux à structure compacte, le hersage seul n'aurait pas suffi en l'absence de labour. Dans ce type de sol, la combinaison du hersage et du sarclage s'est avérée idéale. Suivant l'humidité du sol et les conditions météorologiques, les deux opérations ont soit été effectuées directement l'une après l'autre, soit à quelques jours d'écart. Le maïs a également été sarclé et hersé sans aucun problème.

La figure 11 présente la couverture du sol par les adventices au fil des ans. On constate que par rapport aux autres procédés, le procédé BIO a obtenu une couverture du sol plus importante. C'est en 2002 après la récolte du blé d'automne que cette couverture a atteint son niveau maximum. Ce phénomène a sans doute été favorisé par la grande distance entre les lignes de blé d'automne ainsi que par la faible densité de peuplement de cette culture. C'est de toute évidence avec le procédé BIO que la diversité des espèces était la plus riche. Aucune espèce d'adventice ne dominait les autres. C'est pourquoi le taux de couverture végétale relativement élevé n'avait

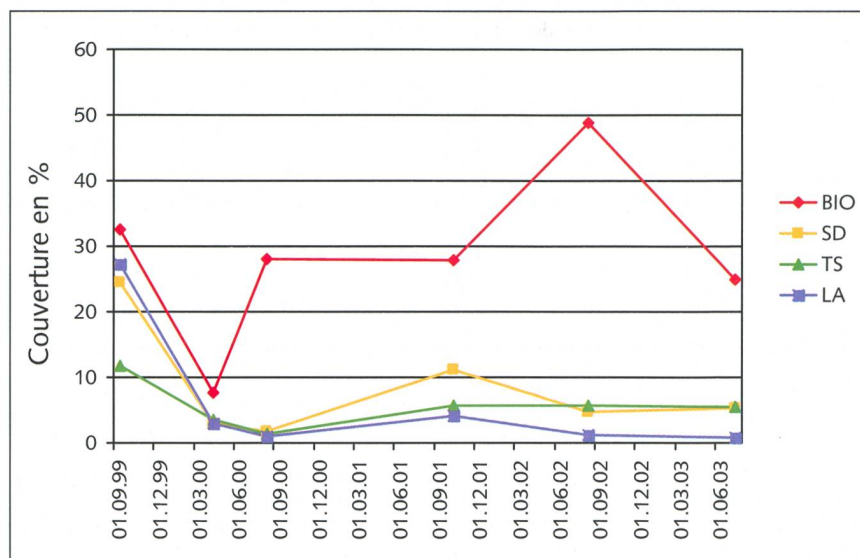


Fig. 11: Couverture du sol par les adventices de 1999 à 2003.

rien de problématique. Les rumex et certains chardons vulgaires ont été éliminés à la main. Les procédés de mise en place sans labour pour les céréales d'automne associés à une cure anti-adventices, au hersage et au sarclage ont donné de bons résultats dans les cultures biologiques. Dans les autres procédés, les traitements chimiques ont donné de bons résultats. C'est en 1999 que le sol a été le plus couvert d'adventices, dans la culture de maïs qui a suivi la prairie temporaire. Le SD a affiché des taux de couverture légèrement plus élevés que les autres procédés uniquement pour les graminées.

Conclusions

- L'abandon temporaire du labour est tout à fait possible dans les cultures biologiques. La flore adventice peut être régulée de manière satisfaisante en hersant et en sarclant ainsi qu'en pratiquant une cure anti-adventices avant le semis.
- Avec une fumure comparable, aucune différence de rendement entre les procédés de mise en place n'a été enregistrée dans les cultures de maïs et d'orge. Le blé, lui, a donné des résultats environ 15 % inférieurs dans le procédé BIO, sachant que la variété Titlis est sans doute mal adaptée aux grandes distances entre les lignes.
- La fumure azotée a eu une plus grande influence sur le rendement que les différents procédés de mise en place.
- Dans le cas du lisier, les températures élevées lors de l'épandage ont conduit à une valorisation apparente de l'azote

nettement moins bonne. Ce phénomène est sans doute dû en grande partie à la volatilisation de l'azote ammoniacal. Contrairement aux apports de lisier, la fumure minérale a permis une valorisation apparente de l'azote supérieure d'environ 20 %.

- Dans le présent essai, la minéralisation de l'azote et l'absorption de l'azote par les plantes ont évolué de manière relativement semblable dans le temps. Aucune différence systématique n'a pu être relevée entre les différents procédés de mise en place.
- Par rapport à la lixiviation des nitrates relevée dans les procédés LA et SD (rapport FAT 598), le niveau peu élevé des valeurs Nmin et des concentrations de nitrates dans l'eau du sol indiquent que l'on peut s'attendre à une lixiviation réduite des nitrates avec le procédé BIO sur le site de l'essai.

Bibliographie

- Walther U., 1998. Beim Güllen entscheiden Menge, Gehalt und Wetter über N-Wirkung. *Agrarforschung* 5 (2), 77-80.
- Ryser J.P., Walther U. et Flisch R., 2001. DBF 2001 – Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages. *Revue suisse d'agriculture* 33 (3), 1-80.
- Anken T., Irla E., Heusser J., Ammann H., Richner W., Walther U., Nievergelt J., Stamp P., Schmid O. et Mäder P., 2003. Influence du travail du sol sur la lixiviation des nitrates – Les différences sont plus faibles que prévu. *Agroscope FAT Tänikon, Rapport FAT n° 598*, 7 p.

Rapports FAT N° 639: Mise en place et fumure azotée dans les systèmes de cultures

Des demandes concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique et de prévention agricoles doivent être adressées aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiqués ci-dessous. Les publications peuvent être obtenues directement à la FAT (Tänikon, CH-8356 Ettenhausen). Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

FR	Berset Roger, Institut agricole, 1725 Grangeneuve	Tél. 026 305 58 49
GE	AgriGenève, 15, rue des Sablières, 1217 Meyrin	Tél. 022 939 03 10
JU	Fleury-Mouttet Solange, FRI, Courtemelon, 2852 Courtételle	Tél. 032 420 74 38
NE	Benoît Steve, CNAV, 2053 Cernier	Tél. 032 854 05 30
TI	Müller Antonio, Office de l'Agriculture, 6501 Bellinzona	Tél. 091 814 35 53
VD	Louis-Claude Pittet, Ecole d'Agriculture, Marcellin, 1110 Morges	Tél. 021 801 14 51
	Hofer Walter, Ecole d'Agriculture, Grange-Verney, 1510 Moudon	Tél. 021 995 34 57
VS	Roduit Raymond, Ecole d'Agriculture, Châteauneuf, 1950 Sion	Tél. 027 606 77 70
SRVA	Mouchet Pierre-Alain, CP 128, 1000 Lausanne 6	Tél. 021 619 44 61
SPAA	Grange-Verney, 1510 Moudon	Tél. 021 995 34 28

Impressum

Edition: Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen

Les Rapports FAT paraissent environ 20 fois par an. – Abonnement annuel: Fr. 60.–. Commandes d'abonnements et de numéros particuliers: Agroscope FAT Tänikon, Bibliothèque, CH-8356 Ettenhausen. Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

Les Rapports FAT sont également disponibles en allemand (FAT-Berichte).

ISSN 1018-502X.

Les Rapports FAT sont accessibles en version intégrale sur notre site Internet (www.fat.ch).