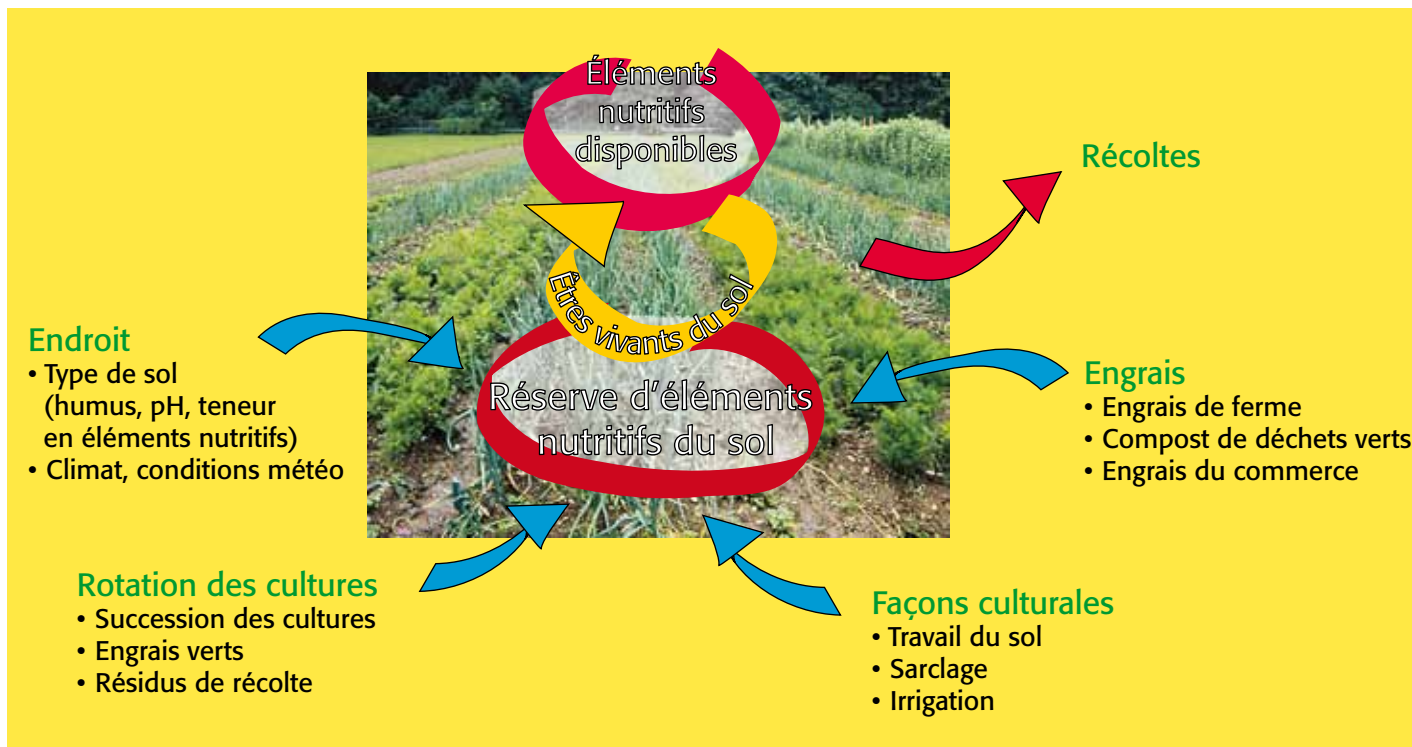


La fumure des cultures maraîchères biologiques

Refermer le plus possible le cycle des éléments nutritifs de chaque exploitation est un des principes fondamentaux de l'agriculture biologique. L'utilisation efficace des éléments nutritifs de l'exploitation joue donc un rôle central pour la fertilisation des cultures. La rotation des cultures, les façons culturales et les engrais de ferme peuvent couvrir une assez grande partie des besoins des cultures maraîchères pour reléguer les engrais du commerce au rang de compléments. Les interactions entre le sol, le climat, les plantes, les fertilisants et l'exploitant sont assez complexes pour écarter toute recette standard. Pour réussir la fertilisation des cultures, le plus important est d'en bien comprendre les multiples interactions, car on peut ensuite en tirer les règles d'une fumure écologique et adaptée aux besoins spécifiques des plantes.



La couverture des besoins en nutriments des cultures



En agriculture biologique, la rotation des cultures et les façons culturales sont très importantes pour la nutrition des plantes.

Principes de la fertilisation en agriculture biologique

1er principe: Refermer le cycle des éléments nutritifs de l'exploitation

Un des objectifs des exploitations bio est de refermer leur cycle des éléments nutritifs. Les déjections des animaux et les restes de plantes restent dans le cycle sous forme d'engrais de ferme, de résidus de récolte et de déchets de préparation. La plupart des exploitations maraîchères n'ont que peu ou pas de bétail et exportent de grandes quantités d'éléments nutritifs. Il est néanmoins possible d'exiger que les exploitations sans bétail referment leur cycle d'éléments nutritifs. C'est possible, d'une part en choisissant les façons culturales de manière à éviter les pertes d'éléments nutritifs, et d'autre part en mobilisant les réserves du sol et en cultivant des légumineuses.

2ème principe: Activer le sol

Le sol, ses êtres vivants, ses particules minérales, l'humus et les racines des plantes forment le véritable centre interactif de la fertilisation. La libération des éléments nutritifs contenus dans la matière organique et dans les particules minérales du sol est effectuée principalement par l'activité microbienne. Pour leur activité, les microorganismes ont

besoin d'énergie, d'éléments nutritifs et d'air. Un sol actif (présentant une bonne structure) et une bonne fumure organique forment donc la principale condition pour cultiver des plantes saines et bien nourries.

3ème principe: Éviter les pertes

Dans les exploitations bio, les quantités d'éléments nutritifs sont généralement assez limitées. Il faut donc tout faire pour éviter les pertes. On mentionnera en premier lieu la couverture végétale du sol pendant l'hiver, mais aussi les engrais verts, le stockage et la préparation sans pertes des engrais de ferme et des déchets verts, ainsi que le choix du bon moment pour le travail du sol et la fumure.

4ème principe: Importer les éléments nutritifs seulement à titre de complément

Même si l'état du sol est optimal et que toutes les façons culturales sont utilisées à bon escient, la plupart des exploitations maraîchères doivent importer des éléments nutritifs pour obtenir de bons rendements.

Que dit le cahier des charges ?

Limiter la fumure

Pour éviter les problèmes écologiques, les directives bio limitent la quantité totale des éléments nutritifs (engrais de ferme, déchets verts, engrais du commerce). Dans les meilleurs endroits et les meilleurs climats, la limite est de 2,5 UGBF/ha SAU fertilisable, donc env. 220 kg d'azote (Ntotal) et env. 87 kg de phosphate par hectare. On adapte cette limite pour chaque exploitation en fonction des conditions locales, ce qui donne en général 1,8 à 2,3 UGBF/ha SAU fertilisable pour les exploitations maraîchères.

Que disent concrètement l'Ordonnance bio et les directives de BIO SUISSE et de M-Bio ?

- Pas d'engrais azotés chimiques ou de synthèse
- Pas d'engrais phosphatés facilement solubles
- Pas d'engrais potassiques purs ou contenant du chlore
- Engrais du commerce figurant sur la liste des intrants de l'IRAB/FiBL
- Fumure minérale seulement à titre de complément
- Intensité de fumure adapté à l'endroit et au climat
- Bilan de fumure SRVA équilibré



Limites pour les engrais du commerce

Une fumure complémentaire, phosphatée (p. ex. phosphate brut) ou potassique (p. ex. patentkali), doit être limitée au minimum nécessaire. L'utilisation d'engrais minéraux potassiques n'est autorisée qu'en cas de carence ou de besoin avéré, prouvé par une analyse de terre ne datant pas de plus de 4 ans. La fumure azotée n'est possible qu'avec des engrais organiques.

Les engrais autorisés pour l'agriculture biologique figurent tous en détail dans la Liste annuelle des intrants de l'IRAB/FIBL.

Lorsque plus de 20 % des besoins en éléments fertilisants sont importés dans l'exploitation, il est obligatoire d'établir un bilan de fumure SRVA pour vérifier et prouver l'équilibre entre, d'une part, les engrais produits par les animaux de la ferme et les engrais achetés à l'extérieur, et d'autre part les besoins des cultures.

Les engrais de ferme importés dans l'exploitation biologique doivent subir une préparation aérobie avant d'être utilisés dans les cultures.

Réglementation des importations d'engrais de ferme

- **Provenance: seulement bio ou PI;**
- **Distance pour engrais de ferme PI: au-delà du rayon local habituel, max. 20 km par la route pour le fumier de volaille, et max. 10 km par la route pour tous les autres types d'engrais de ferme;**
- **Distance pour engrais de ferme BIO: au-delà du rayon local habituel, max. 10 km par la route pour le fumier de volaille, et max. 5 km par la route pour tous les autres types d'engrais de ferme;**
- **Préparation aérobie obligatoire des engrais de ferme non bio: le fumier doit être composté ou brassé au moins une fois, et év. mélangé avec de la paille; le purin doit être aéré ou dilué, ou traité avec un produit pour le purin;**
- **Contrat: un contrat de reprise est obligatoire pour fixer la quantité maximale d'engrais de ferme qu'il est possible de reprendre chaque année et pour attester le respect des conditions ci-dessus;**
- **Les quantités épandues et le moment de l'épandage doivent toujours être soigneusement notés.**

Utiliser les sources naturelles d'éléments nutritifs

Gestion de l'humus : la base de la fumure azotée

Pour réussir une fumure azotée adaptée aux besoins des plantes, l'agriculture biologique estime que le sol doit contenir entre 4 et 6 % d'humus. Une bonne gestion de l'humus est donc très importante pour stabiliser ou augmenter le taux d'humus du sol.

20 % d'engrais verts dans la rotation ou des composts de déchets verts et de fumier permettent déjà de stabiliser le taux d'humus.

C'est dans les sols chauds, meubles et suffisamment humides que les microorganismes minéralisent le mieux et le plus rapidement l'azote. En cas de basses températures, de sécheresse, de compactage ou d'inondation du sol, l'azote contenu dans les engrais organiques ou dans l'humus ne peut pas être minéralisé.

De février à avril, les températures sont trop basses pour permettre une minéralisation suffisante des réserves du sol. Pour assurer la nutrition azotée des légumes précoces, on a donc besoin de matières organiques facilement décomposables (p. ex. purin, engrais du commerce finement moulus) pour amorcer la minéralisation. À partir du mois de mai, les sols sont assez réchauffés pour que la minéralisation de l'humus du sol et des résidus de récolte des légumes précoces, des engrais verts ou des restes d'une prairie avec légumineuses fournisse assez d'azote pour couvrir les besoins d'une série de cultures suivantes (voir exemple de fumure à la page 8).



La matière organique est le véritable réservoir d'azote du sol. La quantité de cet azote qui pourra être mise à disposition des plantes dépend surtout de la teneur en humus du sol, de sa température, de son humidité et de son aération.

Libérer le phosphore, la potasse et le magnésium des réserves du sol

Le sol ne contient pas seulement du phosphore, de la potasse et du magnésium solubles à l'eau et absorbables par les plantes, mais aussi des réserves liées aux particules minérales du sol qui ne sont pas encore désagrégées. L'activité des microorganismes du sol et des racines des plantes solubilise ces éléments nutritifs et les rend disponibles pour les plantes. De légers déficits du bilan de fumure, assez fréquents dans les exploitations bio, sont facilement compensés par la mise à contribution des réserves du sol et ne nécessitent donc aucun apport d'engrais.

Azote disponible à la plante provenant de l'humus du sol (valeurs empiriques)

Taux d'humus du sol en %	en kg par ha			
	février à mai		juin à octobre	
	culture courte, 2 sarclages	culture longue, 2 à 4 sarclages	culture courte, 2 sarclages	culture longue, 2 à 4 sarclages
0-5	0	0	30	50
5-12	0	20	40	60
>12	0	40	60	80

Conditions: conditions climatiques moyennes; culture courte: jusqu'à 8 semaines; culture longue: plus de 8 semaines.

Les minéralisations d'azote de février à mai et de juin à octobre peuvent être additionnées.

Potentiel et utilisation des sources d'éléments nutritifs les plus importantes, en fonction

Culture	Engrais verts*		Résidus de récolte*		
	Prairie d'un an	PPA (pois-poisette-avoine)	Chou-fleur	Salade pommée	Lisier de b dilué 1 : 1
Chou-fleur	N 25 %	N 15 %	N 45 % P 50 % K 55 %	N 20 % P 35 % K 30 %	N 20 % P 100 % K 340 %
Salade pommée	N 60 %	N 30 %	N 100 % P 75 % K 85 %	N 40 % P 50 % K 45 %	N 30 % P 100 % K 260 %
Carottes de garde	N 50 %	N 25 %	N 80 % P 50 % K 45 %	N 35 % P 35 % K 23 %	N.B.: Le purin toutes les fèces du lisier ou d
Propriétés, remarques générales	<ul style="list-style-type: none"> - Passe l'hiver - Labourer 2 à 4 semaines avant la nouvelle culture - Plus il y a de légumineuses, plus la quantité d'azote libéré sera grande 		<ul style="list-style-type: none"> - Ne résiste pas au gel - En automne, l'avoine absorbe bien les reliquats azotés - Si encore vert, broyer avant de labourer 		
Rapidité d'action de l'azote	<ul style="list-style-type: none"> - Améliore la structure et l'activité du sol. - Si l'engrais verts est enfoui, l'azote contenu dans les plantes est disponible pour la culture suivante. - Si l'engrais verts est trop lignifié, son enfouissement provoque non pas une libération mais un blocage de l'azote dans le sol, donc la culture commence par manquer d'azote. 		<ul style="list-style-type: none"> - Source importante d'éléments nutritifs - En moyenne env. 30 kg d'azote par ha pour 100 dt de résidus de récolte - Pour accélérer la mobilisation de l'azote, broyer les résidus de récolte et les incorporer régulièrement dans les 15 premiers centimètres du sol - Pour éviter les pertes d'azote par lessivage automnal et hivernal, laisser les résidus de récolte sur le sol et ne les incorporer qu'au printemps 		
Utilisation dans les cultures	<ul style="list-style-type: none"> - Les cultures jeunes présentent un rapport C:N assez faible et sont vite décomposées dans le sol. L'azote qu'elles contiennent est donc rapidement disponible pour la culture suivante. 		<ul style="list-style-type: none"> - Une fois les résidus enfouis dans un sol assez chaud et assez humide, plus de 80 % de l'azote organique peut être minéralisé en l'espace de 8 semaines. - Comme la minéralisation dépend de la température, les résidus de récolte ne libèrent d'abord que peu d'azote au printemps, puis toujours plus à partir de la mi-mai. 		
Utilisation dans les cultures	<ul style="list-style-type: none"> - Après les cultures qui libèrent rapidement le sol, l'activité biologique du sol est très élevée, et il faut semer un engrais vert ou une couverture hivernale composée de seigle et d'avoine, dans le but de fixer l'azote minéralisé après la récolte de la culture principale et de le protéger contre le lessivage. - L'idéal est de faucher l'engrais verts 3 à 4 semaines avant l'enfouissement, et d'incorporer en même temps la nouvelle pousse. - Au printemps, incorporer superficiellement les couvertures hivernales au plus tard au début de la montaison tallage des graminées afin de permettre la minéralisation de l'azote. - Si l'engrais vert est enfoui assez tard, des mulchings répétés favorisent sa décomposition. 		<ul style="list-style-type: none"> - Environ 80 % de l'azote sera mis à disposition de la culture suivante, et il faut en tenir compte lors du calcul de la fumure azotée. - Lors du calcul du plan de fumure, on ne tient pas compte de la mobilisation de l'azote des résidus de récolte de l'année précédente. 		

* Pourcentage des besoins de la culture couverts par les engrais verts ou les résidus de récolte

Éléments nutritifs provenant des prairies et des engrais verts

La culture des légumineuses permet de fixer jusqu'à 100 kg d'azote atmosphérique par hectare et par année, et de le fournir au sol lors de l'enfouissement des racines. La proportion disponible pour la culture suivante dépend fortement de la composition botanique, du moment de l'enfouissement, de l'endroit et du climat.

La grande masse racinaire des engrais verts leur permet de prélever activement des éléments nutritifs (surtout du phosphore, de la potasse et du magnésium) dans les couches profondes du sol pour les amener à la hauteur des racines des plantes cultivées.

Les engrais verts fixent l'azote, trop précieux pour être abandonné au lessivage, et même celui de l'air. Ils améliorent en plus la structure du sol et fournissent au sol de la matière organique fraîche.



on des besoins des cultures

Lisier**		Fumier**		Compost de déchets verts**
<p>Lisier de porcs, dilué 1 : 1</p> <p>N 15 % P 100 % K 30 %</p> <p>N 25 % P 100 % K 25 %</p>	<p>Fumier décomposé de bovins</p> <p>N 10 % P 100 % K 85 %</p> <p>N 15 % P 100 % K 65 %</p> <p>N 25 % P 100 % K 65 %</p>	<p>Fumier de volaille élevées en volières</p> <p>N 10 % P 100 % K 20 %</p> <p>N 15 % P 100 % K 15 %</p>	<p>Compost de déchets verts**</p> <p>N 1 % P 100 % K 75 %</p> <p>N 2 % P 100 % K 60 %</p> <p>N 4 % P 100 % K 60 %</p>	
<p>contient peu de fèces, le lisier contient des excréments et l'urine. Il est déconseillé d'épandre du purin avant une culture de carottes</p>	<p>Le lisier complet de porcs convient surtout dans les terres pauvres en phosphore</p> <p>Tenir compte de la grande richesse en phosphore</p>	<p>L'intérêt principal est l'apport de matière organique</p> <p>Pour une teneur en azote relativement basse, le fumier de bovins est assez riche en potasse</p> <p>Les teneurs en éléments fertilisants des différents types de fumiers sont indiquées dans le «Manuel des légumes»</p> <p>Si l'apport de fumier ne couvre pas les besoins en azote, on complètera avec du purin ou un engrais organique du commerce</p>	<p>Utilisation du fumier de volaille déconseillée</p> <p>Par rapport aux besoins des cultures maraîchères, le fumier de volaille contient trop de phosphore et trop peu de potasse par unité d'azote</p> <p>La haute teneur en phosphore limite l'utilisation du fumier de volaille à des quantités insuffisantes pour en assurer la fumure azotée</p>	<p>Le compost de déchets verts est un compost jeune de déchets végétaux frais</p> <p>Riche en phosphore et en potasse, le compost jeune contient de grandes quantités de matière organique</p> <p>Le compost jeune convient bien pour la fumure de fond phosphatée, potassique et magnésienne</p> <p>La mobilisation du phosphore, de la potasse et du magnésium est maximale pendant la deuxième année suivant l'épandage</p> <p>Comme les teneurs en éléments nutritifs varient fortement en fonction des matières premières compostées, il est recommandé de faire une analyse</p> <p>Selon l'ordonnance sur les substances, apporter en 3 ans au max. 80 m³ ou 25 t MS/ha de compost frais</p>
<p>Le lisier est surtout utilisé pour la fumure de fond phosphatée.</p> <p>Pour labourer une prairie artificielle, épandre du lisier en place de la culture de légumes pour éviter la fixation de l'azote pendant la décomposition de la matière organique.</p> <p>L'azote du lisier est très rapidement disponible.</p>	<p>Le fumier décomposé apporte très peu d'azote disponible.</p> <p>Le fumier qui a subi une préparation aérobie (fumier composté, fumier décomposé) fournit plus d'azote que le fumier simplement stocké en tas.</p> <p>La minéralisation de l'azote du fumier est en règle générale assez lente, donc le fumier sert surtout à la fumure de fond phosphatée et potassique.</p>	<p>Le processus de compostage n'est en règle générale pas complètement terminé. Le compost jeune peut donc bloquer momentanément l'azote disponible dans le sol.</p> <p>L'efficacité de l'azote continue pendant 2 à 3 ans après l'épandage.</p>	<p>Le mieux est d'utiliser le compost jeune comme engrais vert.</p> <p>La quantité de compost épandu ne devrait pas apporter plus de phosphore que ce qui est nécessaire pour les cultures prévues pour les trois années suivantes.</p> <p>50 m³/ha de compost jeune favorisent l'activité des êtres vivants du sol, donc la mobilisation des éléments nutritifs des réserves du sol.</p> <p>Épandre le compost frais à la fin de l'été (p. ex. après une céréale) ou en automne, et l'incorporer superficiellement et si possible semer un engrais vert (avec légumineuses). Cela permet d'éviter presque totalement le blocage d'azote qui nuirait à la culture suivante.</p> <p>Si on épand du compost frais directement dans une culture de légumes, il est nécessaire d'apporter de l'azote, p. ex. avec 20-25 m³ de purin dilué à 1:1.</p>	
<p>Le lisier est utilisé pour la fumure azotée ou pour la fumure de fond dans les cultures de longue durée.</p> <p>En raison du manque de phosphore, ne pas dépasser la quantité d'azote disponible par épandage.</p> <p>Le lisier convient pas aux cultures de carottes, de bettes et d'oignons.</p> <p>Le lisier convient pour les choux, le céleri et le poireau.</p> <p>Le lisier peut être utilisé comme fumure de couverture dans les cultures de longue durée après 1/3 de la durée de la culture.</p> <p>Pour les épinards ou des salades, un épandage de lisier de bovin dilué 1:1 couvrira presque tous les besoins en éléments nutritifs de ces cultures. Le lisier doit absolument être enfoui.</p> <p>Le lisier convient pour les cultures printanières ou si le taux d'humus est faible, il est nécessaire de compléter le lisier avec un engrais organique à action rapide du commerce.</p>	<p>Comme le fumier est un bon fertilisant pour les grandes cultures dites sarclées, il faut le leur réserver et éviter de l'employer dans les cultures de légumes.</p> <p>Pour l'utilisation dans les cultures maraîchères, l'épandre finement, et si possible toujours entre le labour et la préparation du sol.</p> <p>Pour les légumes-racines (carottes, scorsonères), utiliser seulement du fumier très bien décomposé, et seulement en petites quantités.</p> <p>Pour les légumes-racines (carottes, scorsonères), l'idéal est de les cultiver en deuxième culture après un apport de fumier bien décomposé sur la culture précédente.</p> <p>Les carottes supportent mal le fumier en général, et particulièrement mal le fumier de volaille, très riche en phosphore.</p>			

** Pourcentage de couverture des besoins en azote et en potasse si les besoins en phosphore sont couverts à 100 %

Inclure des engrais verts dans la rotation des cultures améliore la structure du sol. Cette action a un effet positif sur l'activité des êtres vivants du sol, ce qui est très important pour la mobilisation des éléments nutritifs.

La minéralisation de la matière organique enfouie est effectuée par des microorganismes. Elle dépend donc fortement de la température du sol. Lorsque la température du sol descend en dessous de 10 °C, la minéralisation de l'azote est très lente, alors qu'elle est maximale vers 22 °C.

Les éléments nutritifs contenus dans les résidus des récoltes

Les résidus de récolte de la culture précédente sont une source importante d'éléments nutritifs pour la culture en place. Une fois ceux-ci enfouis dans le sol, une grande partie de l'azote qu'ils contiennent sera mis à disposition de la culture suivante. En moyenne, 80 % de l'azote est mis à disposition de la culture suivante au cours de la même année. Il faut tenir compte de cette quantité d'azote lors du calcul de la fumure azotée.

Les résidus de récolte contiennent aussi du phosphore, de la potasse et du magnésium, dont de grandes quantités peuvent également être mobilisées.

Le «Manuel de légumes» (tableau 5) présente les quantités d'éléments nutritifs contenues dans les différents types de résidus de récolte.

Façons culturales permettant d'améliorer la fertilisation

La rotation des cultures

Les rotations des cultures diversifiées intégrant des engrais verts forment la base d'une bonne fertilisation.

Suffisamment de prairies

La rotation des cultures devrait comporter au moins 20 % de prairies annuelles avec légumineuses. L'idéal est de broyer sur place cette prairie comme une jachère ou de l'employer p. ex. pour l'affouragement du bétail. S'il n'est pas possible d'avoir autant de prairies artificielles, on peut aussi travailler avec des engrais verts contenant des légumineuses et ceci durant au moins trois mois – durée minimale pour produire de l'azote et une certaine masse organique.



Une des façons culturales les plus importantes pour la fertilisation est le travail du sol avant et pendant la culture.

Les cultures exigeantes profitent bien des rompues

Les cultures maraîchères exigeantes, comme les choux, profitent particulièrement bien du bon état du sol laissé par une prairie annuelle. Les cultures moins exigeantes peuvent être placées en fin de rotation, avant un nouvel engrais vert d'une année.

La fumure azotée peut être modulée en fonction des engrais verts et des prairies.

À long terme, les cultures maraîchères bio ne sont possibles que si la rotation intègre suffisamment de prairies (prairies artificielles, jachères, engrais verts).

L'approvisionnement en eau

Pour être optimale, l'activité des microorganismes du sol nécessite une bonne aération et une température d'au moins 14 °C, mais aussi de l'eau en suffisance.

Pendant les longues périodes sèches, l'arrosage sert non seulement à donner de l'eau aux plantes, mais aussi à humidifier le sol pour améliorer la disponibilité des éléments nutritifs.

Le travail du sol et le sarclage

La préparation du sol pour la culture a pour but de réunir les conditions permettant sa colonisation par les racines des plantes.

Les sarclages effectués pendant la culture ont notamment pour but d'aérer le sol pour stimuler l'activité des microorganismes. Cela permet de mobiliser plus d'azote pour le rendre disponible à la plante. On peut compter que chaque sarclage provoque la minéralisation de 15 à 25 kg d'azote par hectare. Le sarclage ameublisse la couche superficielle, améliore les échanges gazeux avec le sol et diminue l'évaporation de l'eau en coupant la capillarité, ce qui contribue à diminuer les arrosages nécessaires.

Dans les cultures maraîchères, le sarclage permet de régler la fumure azotée de couverture.

Les longues cultures exigeantes comme les choux, les céleris ou le poireau réagissent bien aux sarclages répétés.

Les interventions culturales après les longues périodes de pluie

Les fortes précipitations saturent et compactent le sol, ce qui détériore son régime hydrique et son aération. Dans de telles conditions, la minéralisation diminue fortement. En cas de minéralisation anaérobie, il faut s'attendre à des pertes d'azote gazeux et à la formation de substances toxiques pour les plantes. De plus, l'azote déjà minéralisé est lessivé. Comme les racines manquent d'oxygène, elles sont très peu actives, ce qui peut provoquer temporairement une sous-alimentation des plantes. Par contre, l'azote organique ne peut pas être lessivé même si les précipitations sont abondantes, mais il n'est pas non plus disponible pour les plantes.

Après les périodes pluvieuses, il est donc très important de procéder le plus vite possible à un sarclage pour amener de l'oxygène dans le sol, ce qui permettra à l'activité du sol d'augmenter à nouveau. Dans les sols pauvres en matière organique, de faibles apports d'engrais organiques suffisent à stimuler notablement l'activité des microorganismes (effet starter). Dans ce cas il faut incorporer superficiellement des engrais organiques faciles à minéraliser (cf. fumure de couverture) pour apporter entre 20 et 30 kg d'azote par hectare.

Bien choisir l'emplacement des cultures précoces

Comme la température du sol est capitale pour la mobilisation des éléments nutritifs, les légumes précoces doivent être cultivés sur des parcelles qui se réchauffent rapidement au printemps. Il faut donc éviter les endroits à l'ombre, les cuvettes et les trop hautes altitudes. Par ailleurs, l'augmentation de la température peut être sensiblement accélérée par la pose de toiles non-tissées ou d'une feuille de mulching sombre.

Mesures particulières pour certaines caractéristiques des sols

Sols légers, sableux

- réchauffement printanier et dessèchement rapides
- minéralisation intensive surtout en cas d'arrosage
- lessivage important
 - Les réserves de ces sols doivent être entretenues par des engrais organiques et des engrais verts

Sols lourds ou limoneux

- réchauffement printanier assez lent (surtout s'ils sont humides)
- minéralisation retardée, mais intensive une fois lancée
 - Dans les sols mi-lourds et lourds, incorporer superficiellement des composts et de la matière organique fraîche, car la minéralisation est plus rapide et les cultures reçoivent une meilleure fumure azotée

Sols humifères légers

- réchauffement printanier rapide à cause de leur couleur sombre
- minéralisation démarrante rapidement
 - Les réserves de ces sols doivent être entretenues par des engrais organiques et des engrais verts

Sols tourbeux

- Potentiel de fourniture azotée tellement important que la minéralisation ne doit pas être stimulée, sauf au printemps
 - devraient être protégés contre une minéralisation trop intense par des prairies et des engrais verts d'un ou deux ans.

L'utilisation des engrais de ferme et du commerce

Les engrais de ferme et les composts

Dans les cultures maraîchères, les engrais de ferme et les composts servent surtout à apporter la fumure de fond phospho-potassique et de la matière organique. Les quantités apportées doivent cependant correspondre aux besoins des cultures.

Contrairement au cas du fumier, une partie de l'azote du lisier est rapidement disponible à la plante. Le lisier convient donc bien pour la fumure azotée de base, et même pour la fumure azotée de couverture dans les cultures de longue durée (cf. tableau pages 4-5).

Les principes de l'utilisation du lisier dans les cultures maraîchères

- **Épandre et incorporer le lisier avant la plantation ou le semis.**
- En cas d'utilisation comme fumure de couverture:**
 - **Utiliser des systèmes positionnant le lisier sur la surface des interlignes, sans arroser la culture. Avantages: amélioration de l'hygiène, diminution des pertes d'ammoniac, possibilité d'incorporer le lisier lors du prochain sarclage.**
 - **Inutilisable pour les légumes-feuilles ou les cultures courtes (< 10 semaines) comme la salade ou l'épinard.**
 - **Cesser tout épandage de lisier 6 semaines avant la récolte.**
 - **Ne pas utiliser du lisier contenant beaucoup d'eaux usées ménagères (problèmes d'hygiène).**

Les engrais du commerce

Si la fourniture d'éléments nutritifs par les façons culturales, la gestion de l'humus et les engrais de ferme ne suffit pas à couvrir les besoins des plantes, certains engrais du commerce, autorisés en agriculture biologique, permettent de le faire. Comme la fumure phospho-potassique est faite surtout à partir d'engrais de ferme et de composts, les engrais du commerce sont surtout intéressants pour la fumure azotée.

L'agriculture biologique autorise seulement les engrais de ferme répertoriés par la liste des intrants de l'IRAB/FiBL.

Les engrais riches en azote

Seuls les engrais azotés organiques sont autorisés en bio. Ils sont généralement fabriqués avec des déchets ou des sous-produits de la production animale. Cependant le tourteau de ricin, la mélasse de betteraves sucrières (vinasse) ou le marc de raisin sont des matières premières végétales fréquentes dans les engrais du commerce.

Les engrais azotés organiques ne sont pas tous minéralisés à la même vitesse. La taille des granulés, la température du sol ainsi que son humidité et son aération influencent leur vitesse de minéralisation.

Lorsqu'ils sont incorporés dans le sol, les engrais les plus rapides sont les engrais

Dans les cultures maraîchères, le lisier pose des problèmes d'hygiène et d'image de marque. Pourtant, bien utilisé, le lisier peut s'avérer très efficace.



moulus. Les engrais granulés ou compactés agissent plus lentement.

La vinasse agit rapidement. On l'utilise surtout dans la production de plants et dans les serres. Elle est assez soluble pour être distribuée par le système d'irrigation.

En agriculture biologique, la fumure azotée est normalement effectuée en un seul apport. Mais, surtout dans les sols légers, une fumure de couverture peut être nécessaire dans les cultures longues et exigeantes comme les choux, le chou de Bruxelles, le céleri ou le concombre de vinaigrierie.

Conseils pour la fumure de couverture:

- Utiliser des engrais moulus et rapides comme la vinasse ou les farines de corne, de viande et de sang.
- Apporter l'engrais au plus tard vers la moitié de la durée de la culture.
- Incorporer les engrais par un sarclage, et arroser en cas de sécheresse.
- Généralement, un apport de 30 à 40 kg d'azote par hectare est suffisant.

Pour apporter en une fois une fumure azotée suffisante pour toute la durée des cultures de longue durée, on peut mélanger des engrais azotés présentant différentes vitesses d'action. Même dans les sols riches en humus, on conseille une fumure starter d'env. 50 kg d'azote par hectare avec un engrais à minéralisation rapide comme du lisier ou de la poudre de sang.

La fumure doit tenir compte des dynamiques particulières des éléments nutritifs. Les sols trop froids, trop secs ou compactés sont des causes de manque d'azote plus fréquentes que le manque de fumure.

Les engrais riches en phosphore

Si les besoins en phosphore ne peuvent pas être couverts par les engrais de ferme et les composts, l'agriculture biologique autorise les phosphates bruts et les poudres d'os. Comme ces engrais contiennent en général beaucoup de calcium, on ne devrait pas les utiliser si le pH est supérieur à 7. Certaines

provenances de phosphates bruts et les scories Thomas contiennent des métaux lourds. Pour protéger les sols, on devrait éviter de tels engrais.

Dans les sols dont le pH est inférieur à 6, la fertilisation phosphatée peut déjà être sensiblement améliorée par des apports de chaux. En effet, la moitié des réserves de phosphates du sol est liée à la matière organique, l'autre moitié étant liée à la fraction minérale du sol. Les sols microbiologiquement actifs peuvent mobiliser ces réserves et ne souffrent donc que rarement de carences phosphatées.

Les engrais riches en potasse

Comme pour le phosphore, les besoins en potasse doivent principalement être couverts par les engrais de ferme et les composts. Dans les cultures exigeantes en potasse comme les choux, le céleri, l'épinard, le fenouil, le cote-de-bête, les betteraves rouges et les cultures sous serre, on peut utiliser si nécessaire du sulfate de potasse ou du patentkali.

Les engrais riches en calcium

Spécialement dans les cultures intensives, le calcium est très important pour une bonne structure du sol et une bonne activité biologique du sol.

Pour ne pas influencer trop fortement l'activité microbienne, ainsi que la solubilisation du manganèse et du bore par de rapide fluctuations de pH, il faut limiter les chaulages à 0,5 tonne ou à 1 tonne par hectare de CaCO₃ ou de CaO par épandage. Dans les sols dont le pH est inférieur à 6,5, un chaulage régulier est recommandé, p. ex. tous les 3 ou 4 ans.

Les engrais complexes

Le commerce propose aussi des engrais complexes autorisés en agriculture bio.

De tels engrais devraient cependant être utilisés seulement s'il n'y a aucun engrais de ferme ni compost à disposition.

Choix des engrais azotés organiques d'après leur rapidité d'action

Granulation du commerce	Exemples d'engrais d'action	Vitesse en semaines	Durée d'action d'utilisation	Exemples
Structure grossière	Raclures de corne,	Lente	16-24	Tomate, concombre
Mouture moyenne	cornaille de corne	Moyenne	10-16	Tomate, choux, céleri
Structure fine	Farine de corne, de viande, de sang; Vinasse, tourteau de ricin	Rapide	5-12	Salade, chou-fleur, fenouil

Comment calculer les apports d'engrais nécessaires ?

Azote – calcul du solde nécessaire et fertilisation

Les besoins en azote sont calculés pour chaque parcelle.

La colonne C du tableau 5 du Manuel des légumes donne le besoin total en azote de chaque culture de légumes (à adapter si les rendements sont plus bas que les rendements normaux). S'il y a plus de trois cultures par parcelle, on peut prendre comme besoin azoté le besoin moyen des cultures de légumes en pleine terre. Pour calculer un apport supplémentaire avec des engrais azotés organiques du commerce, il faut soustraire au besoin total

en azote (colonne C) l'azote minéralisable provenant des sources suivantes:

- libération de l'azote des engrais verts (Manuel des légumes, tableau 7)
- libération de l'azote des résidus de récolte (Manuel des légumes, tableau 5)
- libération de l'azote de l'humus (fiche technique, tableau de la page 3)
- libération de l'azote des engrais de ferme et des composts (Manuel des légumes, tableau 8)

Le solde des besoins en azote à couvrir après les déductions ci-dessus peut être apporté par un engrais azoté organique autorisé en agriculture biologique.

Exemple de plan de fumure

Situation de départ sur une petite exploitation avec 3 ha de terres ouvertes.

Rotation des cultures:

- 1ère année : 1e culture, chou-fleur;
2e culture, carotte de garde.
- 2ème année : 1e culture, salade pommée;
2e culture, salade pommée;
semis prairie avec légumineuses.
- 3ème année, prairie annuelle avec légumineuses, sans utilisation (jachère)
- Sol: limono-sableux ; humus 6 %; pH: 6,8; richesse phosphore: indice C; potasse: indice B.

engrais azotés organiques du commerce.

Calcul de la fumure P et K

Besoin net P et K de toutes les cultures (selon Manuel des légumes, tableau 5)

	P	K	
	en kg par ha		
Prairie	0	0	Pas de récolte
Chou-fleur	30	80	
Carotte	40	140	
Salade (2x)	40	140	
Besoin total exploitation	110	360	

Calcul de la fumure N

Besoin net N (selon Manuel des légumes, tableau 5)

	en kg par ha
Chou-fleur	220 kg
Carotte	120 kg
Salade (2x)	200 kg
Total pour toutes les cultures	540 kg

Les besoins sont principalement couverts par les réserves du sol et les engrais verts.

Le compost livre au maximum 30 kg d'azote par ha sur deux ans.

Le solde des besoins peut être couvert par des

- Fumure P: 36 m³ de compost jeune de déchets verts. En plus de 110 kg de phosphate, cet apport comprend 128 kg de potasse.
- Le besoin en potasse est couvert dans ce sol d'indice B par le compost jeune déjà mentionné et par 122 kg de K sous forme p. ex. de patentkali.
- Le moment idéal pour épandre le compost de déchets verts se situe avant le semis de la prairie. Le patentkali peut être mis pour la carotte.

Phosphate et potasse – calcul du solde nécessaire et fertilisation

La fumure phosphatée et potassique est planifiée pour toute l'exploitation. On procédera comme suit:

1. Calculer le besoin net de P et K pour toutes les cultures.
2. Pour avoir un bilan de fumure équilibré, il ne faut pas dépasser le besoin global en phosphore de toutes les cultures.

Couvrir le besoin en phosphore des cultures avec des engrais de ferme et des composts. Cela donne la quantité maximale de fumier, de compost et de lisier que l'on peut utiliser dans l'exploitation.

Selon la richesse des sols, on utilise plus ou moins cette quantité maximale.

3. Soustraire aux besoins totaux la potasse apportée par les engrais organiques. En agriculture biologique, le solde du besoin en potasse ne peut être couvert avec des engrais minéraux (p. ex. patentkali) que si les sols sont réellement carencés (indices A et B).

Calcul simplifié du besoin en potasse: si les parcelles ont en moyenne 1,5 culture, le besoin par hectare est de 150 kg de potasse.

Les sols biologiquement actifs sont capables de mobiliser de grandes quantités d'éléments nutritifs provenant de réserves du sol.

En plus des réserves du sol, les engrais de ferme et les composts sont les sources les plus importantes de phosphate, de potasse et de magnésium. Les besoins en phosphore relativement faibles des cultures de légumes limite l'utilisation des engrais de ferme et des composts.

La salade, le fenouil, les haricots, le céleri, la carotte, le poireau réagissent à une bonne fumure phosphatée avec une nette augmentation du rendement.

L'épinard, le céleri, le persil, le fenouil et la carotte réagissent à une bonne fumure potassique avec une nette augmentation du rendement.

Impressum

Éditeurs:

Institut de recherche de l'agriculture biologique (IRAB/FiBL), Ackerstrasse, Postfach, 5070 Frick
Tél. 062 865 72 72, Fax 062 865 72 73
E-mail: admin@fi-bl.ch
Site Internet: <http://www.fi-bl.ch>

Service romand de vulgarisation agricole (SRVA)
Jordils 1, CP 128, 1000 Lausanne 6
Tél. 021 619 44 00, Fax 021 617 02 61
E-mail: hasinger@srva.agri.ch

Rédaction:

Gilles Weidmann, Hansueli Dierauer (IRAB/FiBL)

Auteurs:

Martin Lichtenhahn, Alfred Berner,
Paul van den Berge (IRAB/FiBL)

Traduction:

Manuel Perret, 1412 Ursins

Photos:

IRAB/FiBL, Matthäus Diethart, R. Wenger

Mise en page:

Olga Krejci (IRAB/FiBL)

Prix:

Fr. 6.– (TVA comprise)

	Besoin N en kg par ha	Livraison N en kg par ha
Année 1:		
Besoin du chou-fleur	220	
Livraison par l'humus et le compost		30
Livraison par l'engrais vert		60
Engrais du commerce (p. ex. 11 dt Biorga N 10 % N)		110
Besoin de la carotte	120	
Livraison par l'humus		60
Livraison pas les résidus de récolte du chou-fleur (80 %)		95
Solde		+15
Année 2:		
Besoin de la salade (2x)	200	
Livraisons par l'humus, y.c. libération de l'azote du compost		50
Livraisons par les résidus de récolte de la première série de salade (80 %)		35
Engrais du commerce (p. ex. 11 dt Biorga N 10 % N)		110
Solde		- 5
Année 3:		
Prairie avec légumineuses non récoltées (jachère)	0	
Apport de compost		

Année 1:

Année 2:

Année 3: