

Travail réduit du sol

Protection des fonctions du sol pour une meilleure résilience climatique





Les pionniers de l'agriculture biologique appliquaient la règle empirique «labourer à plat et ameublir en profondeur». Ce principe s'applique encore aujourd'hui. Cependant, avec des tracteurs plus puissants et des machines plus lourdes, les sillons sont devenus de plus en plus profonds. Le travail du sol en profondeur crée certes des conditions optimales pour le lit de semence, mais il a un effet néfaste sur la structure, les organismes et la matière organique, et laisse le sol à nu.

Le travail réduit peut contribuer à la protection des sols et à la préservation de leur fertilité, par exemple en améliorant leur portance et leur régime hydrique. Cependant, l'abandon complet de la charrue pose certains défis, en particulier dans les systèmes sans herbicides ni engrains minéraux rapidement disponibles.

La fiche technique décrit les avantages et les inconvénients du travail réduit du sol dans l'agriculture biologique. Elle compare les différentes méthodes et machines, et donne des recommandations pour adopter sa pratique. Des solutions appropriées sont proposées pour faire face aux difficultés attendues. Une évaluation scientifique classe les effets du travail réduit du sol sur la teneur en humus du sol et le climat.

Sommaire

Que signifie «travail réduit du sol»?	3
Méthodes de travail réduit du sol	4
Avantages d'un travail réduit du sol	6
Exemple pratique 1: Renoncer systématiquement au labour malgré les défis	9
Défis et solutions	10
Exemple pratique 2: Les machines et la rotation des cultures doivent être adaptées	20
Choix des outils appropriés	21
Machines pour un travail réduit du sol	24
Initiation au travail réduit du sol	30
Exemple pratique 3: Agir de manière optimale en fonction de la situation grâce à un système flexible	31

Que signifie «travail réduit du sol»?

Perturbation minimale du sol, couverture maximale du sol

Le travail réduit du sol désigne des méthodes qui travaillent le sol de manière moins intensive ou moins profonde que le labour traditionnel. L'objectif de ces méthodes est de travailler le sol le plus délicatement possible et de disposer d'une couverture maximale du sol avec des résidus de récolte et des cultures intermédiaires. Cela permet de protéger le sol contre l'érosion, de minimiser la dégradation de la matière organique, de protéger les organismes du sol et de conserver l'humidité du sol. Le travail réduit du sol est un élément clé des systèmes agricoles de conservation.

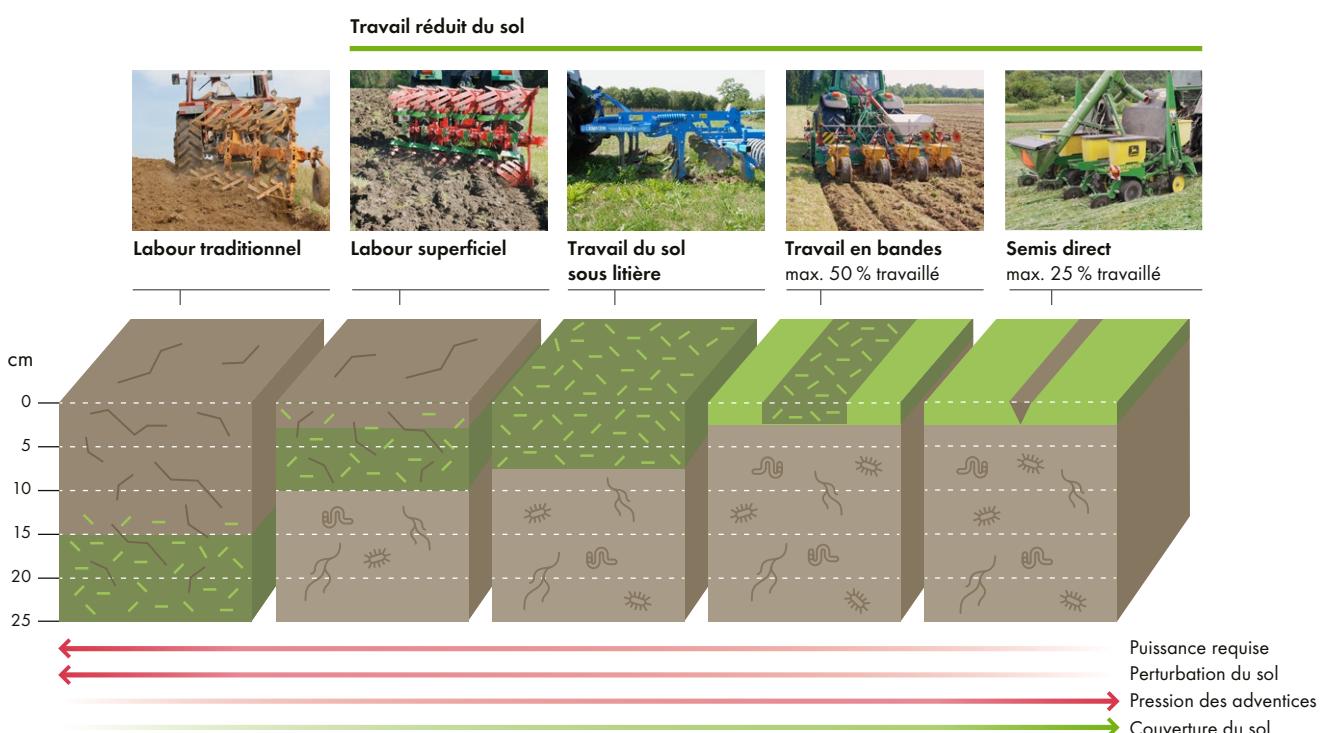
Les termes «réduit», «minimal», «sans labour», «de conservation», «doux», «régénératif» laissent une certaine marge d'interprétation, car aucune profondeur maximale, aucun nombre de passages ni aucune méthode de travail ne sont définis. Dans la pratique, ces termes sont souvent utilisés comme synonymes.

Bio Suisse: accent sur la protection des sols

Les directives de Bio Suisse recommandent, en matière de gestion du sol, une végétation diversifiée et une couverture du sol aussi complète que possible. La vie et la structure du sol doivent être préservées autant que possible lors de chaque intervention. Selon les directives, il convient d'éviter le labour profond ainsi que tout travail du sol lorsqu'il est humide. Bio Suisse part du principe qu'il est dans l'intérêt des producteurs de travailler le sol de la manière la plus douce possible.

Pour la protection des sols, les directives en vigueur stipulent qu'au moins 50 % des terres arables ouvertes doivent être couvertes de végétation en dehors de la période de végétation, entre le 15 novembre et le 15 février, et que 20 % des surfaces d'assoulement doivent en règle générale être couvertes de végétation toute l'année.

Figure 1: Systèmes de travail réduit du sol par rapport à la charrue traditionnelle



La plupart des techniques de travail réduit du sol nécessitent moins de puissance de traction que la charrue traditionnelle. Cependant, la consommation de carburant n'est pas nécessairement moindre, car le nombre de passages est plus élevé. À mesure que la profondeur de travail diminue, la couverture du sol par des résidus végétaux de ou près de la surface augmente, ce qui contribue à la protection du sol. Moins le sol est travaillé, moins il est perturbé. En revanche, à mesure que l'intensité du travail diminue, les adventices se développent.

Méthodes de travail réduit du sol

Dans le cadre du travail réduit du sol, on distingue essentiellement le semis sous litière (paillis, mulch), le travail en bandes (semis en bandes fraîches, strip till) et le semis direct ou sous couvert vivant (voir également fig. 1 à la page 3). Alors que le semis sous litière consiste à travailler toute la surface, le semis en bandes fraîches consiste à travailler de fines bandes et le semis direct à ouvrir uniquement le lit de semence. Le sol reste non travaillé entre les bandes, respectivement entre les lignes.

En agriculture biologique, on pratique presque exclusivement des méthodes de travail réduit du sol avec litière. En l'absence d'herbicides ou d'engrais azotés facilement solubles (tous deux interdits en agriculture biologique), le travail en bandes et le semis direct ne peuvent être pratiqués avec succès que dans certains cas opportunistes et avec des techniques particulières.

Contributions pour les mesures de protection des sols

En Suisse, l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) encourage le travail réduit du sol comme mesure visant à améliorer la fertilité des sols et l'efficacité des ressources. Toutes les exploitations peuvent demander des «contributions au système de production pour un travail du sol respectueux» lorsqu'elles pratiquent le travail du sol sous litière, le travail du sol en bandes ou le semis direct dans les cultures principales. La condition préalable pour bénéficier de ces contributions est qu'au moins 60 % des terres arables d'une exploitation ne soient pas labourées.

Pour plus d'informations sur les exigences et les contributions relatives au travail réduit du sol, voir [> Soutien financier > Paiements directs > Contributions au système de production](http://blw.admin.ch/fr)
Pour plus de détails, voir [> Thèmes > Grandes cultures > Techniques culturales préservant le sol](http://agripedia.ch)

Travail du sol avec paillage (semis sous litière)

Procédé principal



Méthode

- Incorporation superficielle des résidus de récolte ou des couverts végétaux sans retourner du sol
- Conformément à l'ordonnance suisse sur les paiements directs (OPD), l'utilisation de la charrue ou de la charrue déchaumeuse pour lutter contre les adventices lors du semis sous litière est autorisée, à condition que la profondeur de travail ne dépasse pas 10 cm (voir figure 1 «labour superficiel»). L'ameublissement en profondeur est également autorisé si le sol n'est pas retourné. Cette réglementation s'applique à toutes les exploitations qui renoncent aux herbicides, y compris celles pratiquant l'agriculture biologique.

Avantages (par rapport au labour traditionnel)

- Évaporation réduite de l'eau
- Activité biologique plus élevée grâce à la matière organique présente dans la couche arable
- Meilleure structure et meilleure portance du sol
- Erosion réduite du sol grâce à une couverture du sol

Inconvénients possibles (par rapport au labour)

- Réduction du réchauffement du sol et donc de la minéralisation de l'azote au printemps
- Conditions favorables aux limaces par la litière
- Passages des étrilles et sarcelles plus difficiles en raison des résidus à la surface du sol
- Augmentation des repousses ou des adventices
- Levée plus irrégulière des cultures

À quoi faut-il faire attention?

- Broyer le matériel végétal avant l'incorporation
- Utiliser des éléments semeurs avec une pression plus élevée, de préférence à disques
- Éviter les lits de semence trop grossiers, éventuellement les rouler

Travail en bandes (semis en bandes, strip till)

Peu important



Méthode

- De fines bandes sont fraîchement dégagées dans un couvert végétal vivant ou gelé, puis la culture principale y est semée.
- Le sol entre les bandes cultivées reste en principe couvert et non travaillé.

Avantages

- Crée des conditions favorables à la germination de la culture dans les bandes
- Bon contrôle de l'érosion grâce à la couverture du sol entre les rangs
- Bonne portance pour les machines

Inconvénients

- Sans herbicide, les rangées fraîchement dégagées peuvent repousser et concurrencer la culture principale.
- Les bandes vivantes entre les rangs doivent être travaillées ou mulchées (par ex. avec des faucheuses spéciales à 4 rangs).

À quoi faut-il faire attention?

- Nécessite des machines spéciales pour le semis (par ex. Striger 100 de Kuhn avec 4 à 12 rangs)
- Assurer un bon contact des graines avec le sol grâce à des rouleaux de pression correctement réglés
- La végétation présente dans les bandes travaillées ne peut pas être éliminée par sarclage.
- L'écart entre les bandes doit être choisi de manière à pouvoir circuler sur les bandes non travaillées.
- Évaluation générale: coûteux et présentant un risque élevé pour l'agriculture biologique

Semis direct

Jusqu'à présent, d'importance marginale



Méthode

- Semis de la culture directement dans les chaumes de la culture précédente ou dans une couverture végétale gelée ou hivernante sans aucun travail du sol
- Sans herbicide, le couvert végétal est détruit à l'aide d'un rouleau à couteaux ou écraseur.

Avantages

- Degré de couverture du sol le plus élevé de toutes les méthodes
- Intervention minimale pour le sol, nombre limité de passages
- Préservation de la structure du sol
- Bonne portance
- Conservation de l'humidité du sol
- Promotion de la biodiversité
- Moins de dégâts causés par les corneilles ou corbeaux (semis plus profond du maïs, meilleur enracinement, moins visible)

Inconvénients

- Réchauffement retardé du sol, faible minéralisation de l'azote au printemps, levée retardée de la culture
- Multiplication possible des limaces sous la litière
- Repousse ou poursuite de la croissance du couvert végétal
- Pas de désherbage mécanique possible

À quoi faut-il faire attention?

- Choisir une culture intermédiaire avec une bonne suppression des adventices, par ex. pois fourragers.
- La culture intermédiaire doit être définitivement détruite sans herbicide (écrasement pendant la floraison).
- Évaluation générale: sans utilisation d'herbicide et de granulé anti-limaces, risque généralement élevé pour la culture (rendement inférieur à celui obtenu avec travail du sol avec paillage)

Avantages d'un travail réduit du sol



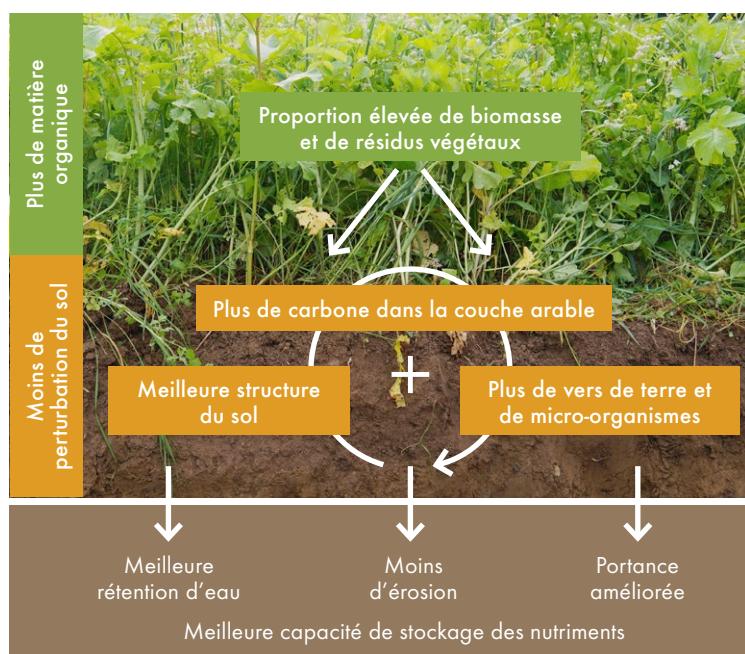
Amélioration de la fertilité du sol

Les légumineuses et les cultures intermédiaires font partie intégrante de tous les systèmes de travail réduit du sol. Elles servent à améliorer la fertilité du sol, à fixer les nutriments, à supprimer les adventices, à structurer le sol, à le protéger contre l'érosion et à favoriser la biodiversité. Les résidus végétaux favorisent la vie du sol en régulant la circulation de l'air et de l'eau et en fournissant de l'eau, de la nourriture et un abri. Les vers de terre, qui remplacent les machines agricoles dans leur rôle de « travailleurs du sol », en bénéficient tout particulièrement.

Les cultures intermédiaires favorisent également le développement de champignons mycorhiziens qui, grâce à leur vaste réseau d'hyphes, absorbent les nutriments et l'eau et les mettent à la disposition des plantes. De plus, les hyphes contribuent à la formation d'agrégats et à la stabilité du sol.

Une perturbation moindre du sol entraîne des populations plus importantes et plus diversifiées de micro-organismes, d'insectes, d'acariens, d'araignées et de vers de terre.

Figure 2: Dynamique de l'enrichissement en carbone dans le sol



Avec un travail réduit du sol, la biomasse n'est incorporée que superficiellement dans le sol, qui est ainsi moins perturbé qu'avec le labour traditionnel. Cela améliore la qualité du sol de différentes manières et enrichit la couche arable en carbone.

gnées et de vers de terre. Une plus grande biodiversité et une activité accrue des micro-organismes favorisent la mobilisation des nutriments dans le sol – en particulier de la fraction du phosphore difficilement accessible aux plantes. De plus, elles augmentent la résilience des sols et leur tolérance aux divers stress externes.

La réduction du travail du sol augmente également les teneurs en matière organique du sol et la capacité de stockage de l'eau dans la couche supérieure. Ces changements de propriétés du sol stimulent l'activité biologique dans la couche arable, améliorent la fertilité du sol et contribuent à sa stabilité structurale.



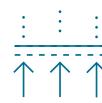
Meilleure infiltration de l'eau

Le travail réduit du sol améliore l'infiltration de l'eau dans le sol grâce à une meilleure structure du sol, à un plus grand nombre de galeries verticales creusées par les vers de terre et à une couverture végétale plus dense. Parallèlement, une teneur plus élevée en humus dans la couche arable et un enracinement plus dense augmentent la capacité de stockage de l'eau du sol.



Protection élevée contre l'érosion

La réduction du travail du sol combinée à une couverture du sol est un excellent moyen de prévenir l'érosion. L'augmentation du taux d'infiltration de l'eau, la rétention des précipitations par les cultures intermédiaires et les résidus végétaux, ainsi que la grande stabilité des agrégats du sol due à une teneur plus élevée en matière organique contribuent à réduire l'érosion du sol causée par les fortes pluies ou le vent.



Stockage de l'eau en été

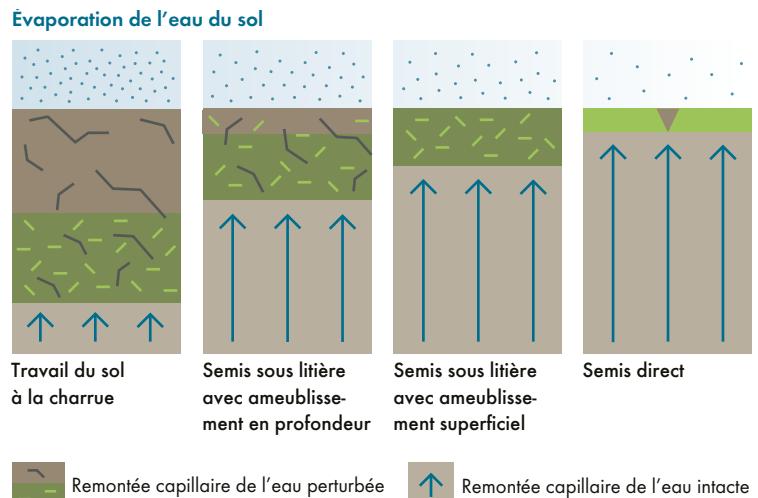
Plus le diamètre des pores du sol est petit, plus la remontée capillaire de l'eau est importante. Les sols argileux, qui présentent les plus petits espaces vides,

ont la plus forte remontée capillaire d'eau et sont les mieux protégés contre le dessèchement. Les sols sableux, en revanche, n'ont qu'une capacité de stockage d'eau faible, voire insignifiante, et s'assèchent donc beaucoup plus rapidement que les autres sols. En revanche, les sols sableux peuvent être à nouveau praticables quelques heures seulement après une pluie.

La profondeur de travail a également une incidence sur la rétention d'eau dans le sol. Plus le sol est travaillé en profondeur, plus l'évaporation de l'eau est importante.

Le déchaumage en plein été perturbe le sol sur l'ensemble de la surface et stoppe la remontée capillaire de l'eau. L'humidité reste ainsi préservée sous la couche travaillée, dans la zone racinaire des futures cultures. En revanche, la zone travaillée s'assèche fortement.

Figure 3: Évaporation de l'eau en fonction de la profondeur de travail



Lors du travail du sol à la charrue, la couche travaillée à 25 cm de profondeur séche plus rapidement qu'avec un semis sous litière à une profondeur de travail de 10 cm. L'évaporation de l'eau est la plus faible avec le semis direct.

Résultats de recherche

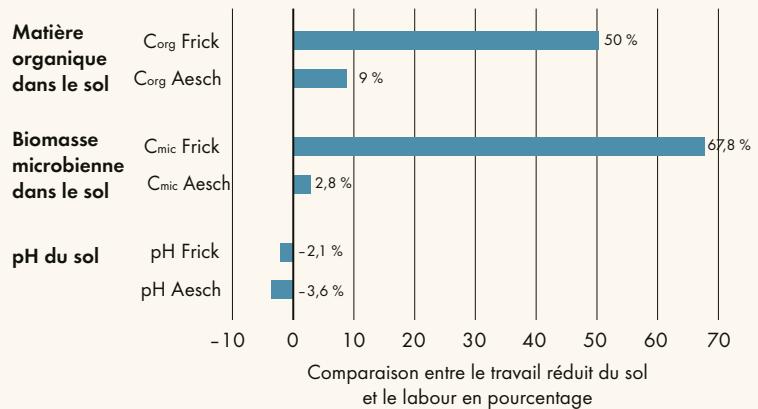
Un travail réduit du sol enrichit l'humus et la biomasse microbienne en surface

Le FiBL conduit deux essais pour étudier les avantages et les inconvénients de l'abandon du labour en agriculture biologique. Ces essais comparent des systèmes de labour (charrue: 17 cm, herse rotative: 7 cm) et de travail réduit du sol (déchaumeur: max. 8 cm, cultivateur à ailettes: max. 7 cm, herse rotative: max. 7 cm) sur des sols de texture différente, depuis 2002 sur une sol argileux à Frick et depuis 2010 sur un sol plus léger à Aesch. Les rotations de cultures de 5 à 6 ans comprennent une période de deux ans de prairie temporaire. Dans les essais, toutes les variantes sont répétées quatre fois.

Après respectivement 22 et 14 ans le travail réduit du sol a conduit à une augmentation **du carbone organique (C_{org})** des 10 premiers centimètres du sol de 50 % à Frick et de 9 % à Aesch par rapport au labour. Dans la couche de 10 à 20 cm, le travail réduit a conduit à une teneur en C_{org} supérieure de 6 % à Frick, tandis qu'à Aesch la teneur était inférieure de 9 %.

Alors qu'à Frick, la **biomasse microbienne** était nettement plus élevée en surface suite à un travail réduit du sol, la stratification était moins prononcée à

Figure 4: Effets du travail réduit du sol sur la fertilité du sol dans la couche arable (0–10 cm)



Les effets du travail réduit du sol sont plus prononcés (en partie également en raison de la durée plus longue de l'essai) sur le sol argileux lourd de Frick que sur le sol limoneux d'Aesch.

Aesch. Le travail réduit du sol a entraîné une légère réduction du **pH** dans la couche arable sur les deux sites (Frick -2,1 %, Aesch -3,6 %).

Conclusion: les sols soumis à un travail réduit accumulent de la matière organique dans les couches supérieures. Les processus de transformation microbienne ont également lieu de manière accrue dans la couche supérieure travaillée.

Résultats de recherche

Travail du sol et climat

Selon des études à long terme, la teneur en humus reste pratiquement stable sous labour en agriculture biologique, tandis qu'elle augmente grâce à l'apport de compost en agriculture biodynamique. Si le sol est travaillé à une profondeur réduite ou pas du tout, l'humus s'accumule en surface, comme dans une prairie naturelle. L'humus présent dans les couches inférieures du sol est en revanche lentement décomposé. L'observation selon laquelle le labour perturbe particulièrement la structure du sol, rend l'humus accessible aux micro-organismes et entraîne sa décomposition a renforcé la recommandation de renoncer au labour dans les mesures de protection du climat.

Le stockage du carbone dans le sol dépend de différents facteurs

Des essais à long terme en agriculture biologique ont montré que le remplacement quasi total du labour profond par un travail du sol plus superficiel et généralement sans retournement peut augmenter considérablement la teneur en humus de la couche arable. Des mesures récentes portant sur l'ensemble du profil

du sol montrent que la dynamique de l'humus en cas de travail réduit du sol dépend du type de sol et du climat. De plus, pour une évaluation correcte, il faut également tenir compte de la densité du sol.

Le stockage de carbone dans l'ensemble du profil du sol par un travail réduit du sol peut être supérieur ou inférieur à celui d'un labour conventionnel selon le site. Selon une étude comparant des essais à long terme sur différents sites et prélevant des échantillons jusqu'à une profondeur d'un mètre, le travail réduit du sol permet d'obtenir en moyenne un gain annuel de carbone organique de 90 à 270 kilogrammes par hectare par rapport au labour.

Formation problématique de protoxyde d'azote

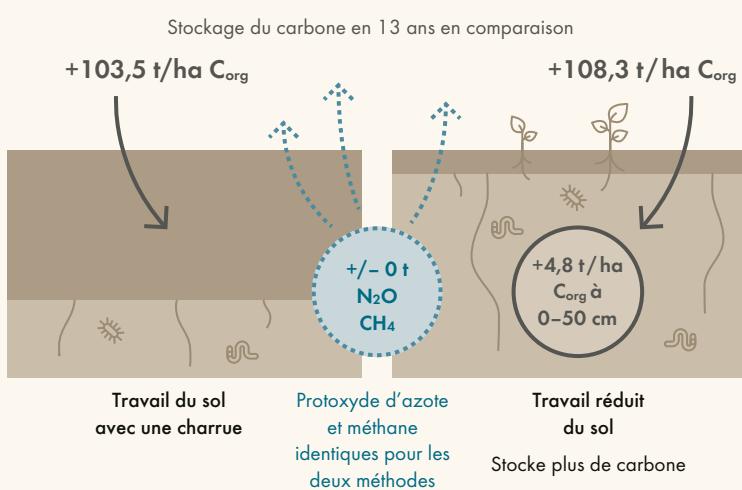
Pour évaluer l'impact du travail du sol sur le changement climatique, il convient également de tenir compte des émissions de protoxyde d'azote, qui est beaucoup plus nocif pour le climat que le dioxyde de carbone. Un sol compact et peu aéré favorise les émissions de protoxyde d'azote. La profondeur et l'intensité du travail du sol ont moins d'impact sur la formation de protoxyde d'azote que l'humidité du sol. Afin de minimiser la formation de protoxyde d'azote, les sols ne devraient être travaillés que dans des conditions plutôt sèches et pas immédiatement avant la pluie.

Une plus grande résistance aux changements climatiques

L'enrichissement en carbone organique de la couche arable grâce à un travail réduit du sol contribue à une meilleure structure du sol et à une vie souterraine plus active. Cela offre également un certain potentiel d'atténuation des effets du changement climatique, tels que les précipitations extrêmes et la sécheresse.

Le carbone de la matière organique contribue également à la résilience du sol au changement climatique. En tant que composant principal de la matière organique ou de l'humus (matière organique morte), il a une influence positive sur la structure du sol et augmente par exemple sa capacité de rétention d'eau. À la surface du sol, il protège contre l'érosion éolienne et hydrique. Il est également à la base des processus de transformation, fournissant ainsi de la nourriture aux organismes vivant dans le sol.

Figure 5: Stockage du carbone lors du travail du sol à la charrue et du travail réduit du sol dans un sol argileux limoneux dans le cadre d'un essai à long terme à Frick



Krauss et al.

Dans cet essai, l'abandon de la charrue entraîne une accumulation d'humus dans la couche arable de 0 à 50 cm. Dans le sol argileux de Frick, le travail réduit du sol a permis de stocker 4,8 t/ha de carbone de plus en 13 ans qu'avec le labour. Les différences en termes d'émissions de protoxyde d'azote et de méthane ont été négligeables pendant cette période.

Exemple pratique 1

Renoncer systématiquement au labour malgré les défis

» À Müntschemier, dans le Seeland bernois, je conduis une ferme d'environ 40 hectares. Environ 33,5 hectares sont assolés. La rotation des cultures se compose essentiellement de maïs grain, de pois/soja/tournesol, d'avoine alimentaire et de blé d'automne, suivis d'une prairie temporaire. Cependant, la rotation des cultures peut varier en fonction du marché. Les sols sont très variés, allant des sols minéraux aux sols hydromorphes légers et riches en humus. En 2019, j'ai converti mon exploitation à l'agriculture biologique et, dans le même temps, j'ai renoncé à la charrue.

La combinaison de machines adaptées et la patience mènent au succès

Au début, j'ai travaillé toutes les surfaces avec une herse à disques à une profondeur d'environ 5 centimètres et un cultivateur à double soc. La portance et la capacité de rétention d'eau du sol se sont rapidement améliorées. Cela m'a motivé à poursuivre le travail réduit du sol. D'un autre côté, les adventices vivaces telles que les chardons, mais aussi le vulpin des champs, la renouée, le millet et le chénopode ont augmenté lentement mais sûrement. Je me suis donc mis à la recherche de nouvelles machines et de nouveaux procédés.

Il y a quatre ans, j'ai testé pour la première fois un cultivateur universel de la société Kerner suivi d'un rouleau. Après la première année, j'étais tellement enthousiaste que j'ai acheté cette machine et depuis, je n'utilise plus que celui-ci. L'avantage est que ce cultivateur peut être transformé en 5 à 10 minutes d'un cultivateur à ailettes mélangeuses en un cultivateur à coupe plate grâce à un système de changement rapide.

Les longues dents de la herse ramènent les adventices à la surface, où elles se dessèchent. Jusqu'à présent, cela a très bien fonctionné contre les chardons et les chiendents. Je suis satisfait et j'ai à nouveau le contrôle général sur les adventices, sauf sur une parcelle où le vulpin des champs me cause encore des soucis.



Le cultivateur à roues étoilées Kerner Corona avec rouleau herse a fait ses preuves.

J'y effectue actuellement un désherbage intensif jusqu'à fin octobre, en recouvrant régulièrement les plantules. Comme la plupart des graines de vulpin ne germent qu'en octobre, je suis même prêt à reporter les semis de blé d'automne au mois de novembre.

Le seul inconvénient du travail réduit du sol par rapport au labour est, selon moi, la destruction des prairies. Avec la charrue, le retournement des prairies est beaucoup plus rapide et ne nécessite qu'un seul passage. Sans charrue, j'ai besoin d'une période d'environ trois semaines de temps sec pour effectuer 2 à 3 passages.

Je procède au déchaumage à l'aide de socs en forme de patte d'oeie, utilisés d'abord à plat pour un scalpage. Cela fonctionne mieux sur des sols denses et minéraux que sur des sols organiques meubles. Avec mon cultivateur d'un écartement de 30 cm, j'obtiens des mottes d'une largeur correspondante. C'est pourquoi j'ai ajouté cette année une herse à disques à l'avant, qui déchire préalablement le tapis herbacé pour le diviser en bandes plus petites.

Le travail du sol sans labour est pour moi un élément central pour créer un lit de semence idéal pour les cultures principales, afin que les semis démarrent régulièrement. D'autre part, le travail réduit du sol contribue à diminuer la pression des adventices. Jusqu'à présent, j'y parviens assez bien. De petites améliorations sont encore possibles, mais l'essentiel est fait, la structure du sol s'est nettement améliorée.

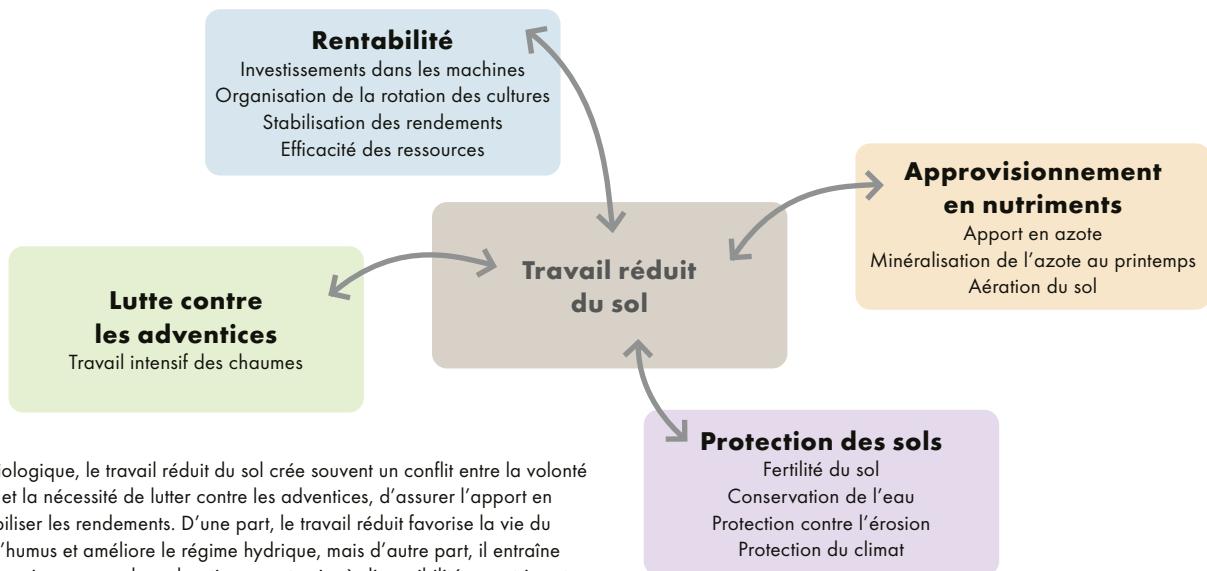
Marcel Herren, Müntschemier, Seeland bernois

Défis et solutions

Le plus grand défi du travail réduit du sol dans l'agriculture biologique est la pression accrue des adventices. Les solutions reposent généralement sur une combinaison de mesures comprenant une

modification de la rotation des cultures, une installation ciblée de cultures intermédiaires, l'utilisation de techniques mécaniques spécifiques et un apport adapté en nutriments.

Figure 6: Enjeux autour du travail réduit du sol



Dans l'agriculture biologique, le travail réduit du sol crée souvent un conflit entre la volonté de protéger les sols et la nécessité de lutter contre les adventices, d'assurer l'apport en nutriments et de stabiliser les rendements. D'une part, le travail réduit favorise la vie du sol et la formation d'humus et améliore le régime hydrique, mais d'autre part, il entraîne généralement une pression accrue des adventices, peut nuire à disponibilité en nutriments et nécessite des rotations culturelles adaptées ainsi que des investissements en machines.

Pression des adventices et repousses

La population d'adventices s'adapte rapidement aux nouvelles conditions d'un champ. Lorsque le travail du sol est réduit, la pression des adventices peut augmenter pour différentes raisons:

- Le travail superficiel du sol à l'aide d'une herse ou d'un cultivateur fin stimule la germination des graines, en particulier celles à petites graines qui ont besoin de lumière pour germer, comme l'agrostide, le vulpin des champs, le millet, le chardon et le pissenlit.
- Les nouvelles graines en surface n'ont pas assez de temps ou d'humidité pour germer et sont alors enfouies par un travail précoce qui les conduit à une dormance secondaire, dans laquelle elles peuvent survivre pendant des années. Il en résulte une accumulation de graines dans la couche arable.
- Les adventices à racines profondes, mais aussi la luzerne et les touffes de graminées ne sont pas suffisamment détruites et peuvent repousser.

Réduction préventive de la pression des adventices

Une faible pression des adventices avant l'adoption d'un travail réduit du sol est déterminante pour réussir les cultures pendant le changement de techniques. Les mesures suivantes contribuent à une régulation préventive efficace des adventices:

- Les rotations avec des céréales, du maïs, des tournesols, des pois protéagineux en culture mixte et des féveroles sont plus faciles à convertir au travail réduit du sol que les cultures moins compétitives telles que le soja, les pois protéagineux en culture pure, les betteraves sucrières, le millet, le lin ou les pommes de terre. Pour une bonne suppression des adventices, choisir des variétés à croissance rapide disposant en particulier d'un fort développement juvénile.
- Proportion de prairie temporaire d'au moins 20 % dans la rotation des cultures (augmenter en cas de forte pression des adventices)
- Alterner les cultures érigées ou couvrantes ainsi que les cultures de printemps et d'automne

- Effectuer des coupes de nettoyage dans les dérobées
- Empêcher les adventices de monter en graines. Enlever les graines de rumex et hampes de chardons au plus tard avant la récolte.

Travail rigoureux des chaumes

Le travail des chaumes revêt une importance capitale dans l'agriculture biologique. Il est effectué au moment le plus propice pour réguler les graines et surtout les racines des adventices. Une sécheresse prolongée après la récolte permet de circuler sur le sol même avec des machines relativement lourdes, de le travailler plusieurs fois et de laisser sécher les racines d'adventices ramenées à la surface. Lorsque le risque malherbologique est élevé, il n'est pas recommandé de semer un couvert végétal immédiatement après la récolte du colza ou des céréales et de renoncer ainsi à tout déchaumage.



Le passage à un travail réduit du sol peut entraîner au début une augmentation d'adventices annuelles, puis plus tard des graminées (à gauche: travail du sol avec une charrue, à droite: travail réduit du sol).

Objectifs du déchaumage

- Interrompre la capillarité afin que l'humidité reste dans le sol
- Réguler les adventices vivaces
- Réduire les repousses et les graines d'adventices
- Incorporer et répartir la paille
- Aérer le sol pour favoriser la décomposition
- Décomacter les voies de passages

Comment procéder?

- Si la pression des adventices est faible, un travail superficiel des chaumes à l'aide d'un déchaumeur fin, d'une herse à disques ou d'une charrue déchaumeuse est suffisant.
- Deux passages sont généralement nécessaires: le premier pour stimuler la germination des graines perdues à la récolte et celles d'adventices, le second en combinaison avec le semis d'un couvert végétal pour détruire les plantules levées.
- En cas de forte pression des adventices et de pertes des récoltes élevées, d'autres passages peuvent être nécessaires.
- Attendre 7 à 10 jours entre chaque passage afin que les graines puissent germer
- Après le dernier passage, semer aussitôt un couvert végétal

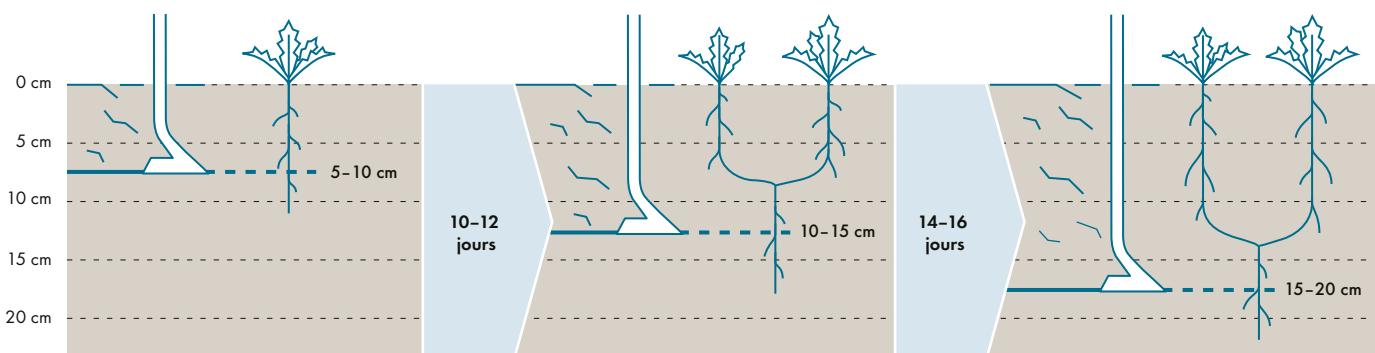
Important à savoir

- Le déchaumage ne fonctionne que si suffisamment d'humidité remonte par capillarité jusqu'au lit de semence, afin que les adventices et graines perdues à la récolte puissent germer dans la couche travaillée.
- Laisser suffisamment de temps aux graines pour germer à la surface
- Les graines non germées sont enfouies.
- Pour réguler les chardons des champs, il faut au moins 3 passages avec un cultivateur à dents plates dans des conditions sèches et une coupe progressivement plus profonde de 5 centimètres. Dans des conditions humides, des couches lissées peuvent se former.
- Idéalement, utiliser un rouleau lors du premier passage. Celui-ci favorise la germination des graines non récoltées. Lors du deuxième passage, retirer le rouleau afin que les plantes nouvellement germées puissent sécher après leur arrachage.
- Dans le cas du rumex, il convient de renoncer à un déchaumage superficiel, car cela entraîne la fragmentation des racines et la repousse des différents fragments.
- Dans le cas du chiendent ou du liseron, un travail superficiel avec rappuyage est contre-productif, car la plupart des bourgeons se trouvent dans la partie supérieure des rhizomes, ce qui entraîne leur multiplication. Il convient d'éviter autant que possible d'utiliser des outils rotatifs, car une vitesse élevée de rotation fragmente les racines des adventices et favorise leur multiplication.

Tableau 1: Travail des chaumes axé sur la régulation des adventices vivaces

Sans adventices vivaces	<p>Après les céréales (sans vulpin des champs*):</p> <ul style="list-style-type: none"> Premier travail du sol très superficiel (5 cm de profondeur) dès que possible après la récolte Deuxième travail du sol un peu plus profond (jusqu'à 10 cm de profondeur), éventuellement en combinaison avec l'ensemencement d'un couvert végétal ou d'une prairie temporaire <p>* Pour les céréales avec vulpin des champs, procéder comme pour le colza</p>	<p>Après le colza:</p> <ul style="list-style-type: none"> Premier travail superficiel des chaumes environ 3 à 6 semaines après la récolte (laisser germer les graines de colza et le vulpin des champs) Laisser germer à nouveau les graines de colza, puis procéder à un deuxième travail des chaumes un peu plus profond en combinaison avec l'ensemencement d'un couvert végétal ou d'une prairie temporaire
En présence de chardons des champs	<p>En plus de la procédure ci-dessus:</p> <ul style="list-style-type: none"> Passer plusieurs fois le cultivateur à 10 et 15 cm de profondeur (voir fig. 7) En cas de grands ronds de chardons, poursuivre les passages jusqu'au semis de la culture principale (renoncer à une culture intermédiaire et aux contributions) Semis d'une prairie temporaire de longue durée 	
Avec rumex	<ul style="list-style-type: none"> Couper les racines pivotantes une à plusieurs fois sur toute la surface à une profondeur de 12 à 15 cm à l'aide d'un cultivateur à dents à ressort puissant équipé de socs à patte d'oie, d'un cultivateur plat ou d'une charrue déchaumeuse, puis ramener les racines à la surface à l'aide d'un rouleau à étoiles et les détacher de la terre Répéter l'opération jusqu'à ce que toutes les racines se trouvent à la surface du sol Idéalement, ramasser les racines, car elles peuvent repousser au contact de l'humidité du sol 	
Avec du chiendent	<ul style="list-style-type: none"> Scalper le sol sur toute sa surface à l'aide d'un cultivateur à dents flexibles avec des dents robustes et un large écartement (à 9-12 cm dans les sols légers, à 7-9 cm dans les sols moyennement lourds et à 6 à 8 cm de profondeur) Répéter l'opération, car les stolons repoussent en dessous de l'horizon travaillé Ramener les stolons de chiendent à la surface à l'aide d'une herse à large écartement (pas de bourrage), où ils se dessèchent Il est également possible d'utiliser le «Kvik-up» de la société danoise Kvikagro pour labourer le sol à une profondeur de 10 à 15 cm en une seule opération à l'aide de longs socs à ailettes et ramener les rhizomes à la surface à l'aide de dents rotatives (180 tr/min). 	
Avec des liserons	<ul style="list-style-type: none"> Aucune recommandation claire n'est possible. Tendance à favoriser davantage les liserons en cas de travail réduit du sol. En cas de forte présence de liserons, éventuellement labourer relativement profondément pour les enfouir. Semer les céréales en larges inter-rangs et les sarcler. Semer une prairie temporaire de longue durée et la cultiver intensivement pour obtenir un gazon dense 	

Figure 7: Travail des chaumes en été: couper progressivement le chardon plus profondément



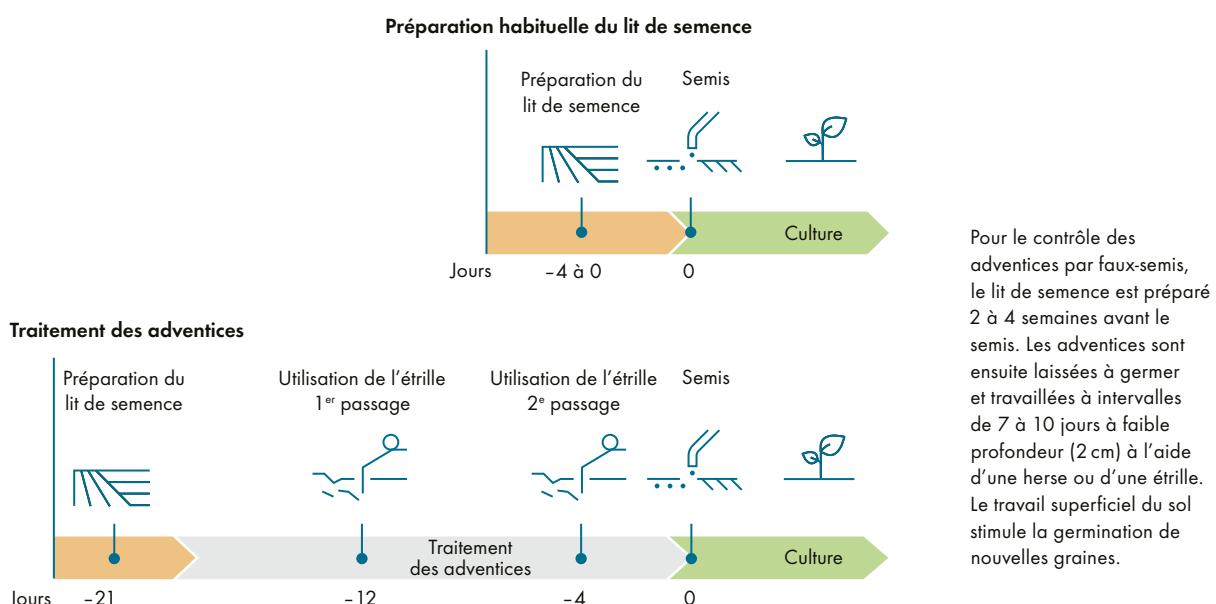
En cas d'infestation importante par le chardon, le déchaumage peut être effectué de fin juin après une culture précoce jusqu'au début août. En coupant progressivement plus profondément toute la surface à plusieurs reprises à l'aide d'une charrue déchaumeuse ou d'un cultivateur à ailettes coupant toute la surface avec chevauchement des socs, les chardons peuvent être affaiblis, car ils doivent constituer des réserves pendant cette période.

Traitements contre les adventices annuelles

En cas de forte pression d'adventices qui se multiplient par graines et pour des cultures peu compétitives, une stratégie doit être mise en place. Les moyens de lutte fonctionnent selon le même principe que le déchaumage. Le lit de semence doit être préparé 2 à 4 semaines avant le semis afin que les

graines d'adventices puissent germer. Ensuite, un hersage aussi superficiel que possible est effectué pour détruire ou recouvrir les plantules. Attention: un hersage profond ramène des graines à la surface et entraîne plutôt une augmentation qu'une diminution des adventices.

Figure 8: Traitement des adventices



Végétation continue

Une couverture du sol aussi continue que possible avec des sous-semis de couverts végétaux ou des dérobées empêche la germination des adventices dans des cultures peu denses et réduit l'installation d'adventices tardives. De plus, la couverture végétale permet une utilisation plus rapide du fourrage après la récolte. Un sous-semis réussi reste en place sous forme de prairie temporaire, économise les travaux post-récolte et permet d'utiliser la période de végétation plus efficacement.

Comment procéder?

- En fonction de la culture et du mélange à installer, procéder à un semis en plein (voire en ligne) en même temps que la culture principale, ou après le dernier passage d'étrille ou de sarclouse (pour les céréales d'automne, entre le tallage et la montaison) ou avec un drone dans la culture en cours de maturation.



Un sous-semis pratiqué de manière optimale, comme ici dans le blé, peut offrir de nombreux avantages.

- Pour les semis de petites graines, utiliser un semoir pneumatique afin d'assurer une meilleure répartition des graines
- Dans le cas d'une culture dérobée ou d'une prairie temporaire, procéder à une coupe de nettoyage avant la mise à graines des adventices

Important à savoir

- Dans certaines circonstances, la concurrence pour l'eau et les nutriments peut avoir un effet néfaste sur la culture principale.
- Afin d'obtenir une couverture végétale aussi continue que possible avec des sous-semis, il est possible en Suisse de demander des contributions au système de production pour une «couverture appropriée du sol» (pour plus de détails, voir [agripedia.ch > Thèmes > Grandes cultures > Couverture appropriée du sol dans les grandes cultures](#)).



Au lieu d'utiliser une charrue traditionnelle, le labour d'une prairie temporaire peut être effectué à l'aide d'une charrue déchaumeuse.

Labour d'une prairie temporaire

Le labour d'une prairie temporaire sans charrue est un défi. Sans labour traditionnel, il n'est pas possible de préparer un «terrain vierge». Les mottes d'herbe (en particulier celles de ray-grass) et la luzerne peuvent repousser. Ce que la charrue accomplit proprement en un seul passage peut nécessiter plusieurs étapes de travail sur une période plus longue dans le cas d'un travail du sol simplifié. De plus, le succès dépend fortement des conditions météorologiques, de la composition de la prairie, des machines utilisées et de l'expérience.

Lors d'un travail du sol superficiel, plusieurs passages et une période de sécheresse prolongée sont généralement nécessaires pour préparer le semis de la prochaine culture. Les périodes pluvieuses au printemps et en automne compliquent considérablement tout travail sans retournezement de la végétation.

Trois options pour le labour des prairies sans charrue

Au lieu de la charrue traditionnelle, une prairie peut être détruite à l'aide d'une charrue déchaumeuse, d'un cultivateur ou d'une fraise rotative.

Le travail sans charrue doit être effectué si possible en été, car la végétation scalpée se dessèche sous l'effet des températures élevées. Cela peut toutefois nécessiter une adaptation de la rotation des cultures.

Option A: retournement

L'alternative la plus simple à la charrue est la charrue déchaumeuse à socs. Elle scalpe la prairie à une profondeur maximale de 10 centimètres et la retourne. Bien que cela ne permette généralement pas d'obtenir une surface vierge, il est ensuite possible d'y semer du maïs, des céréales et des légumineuses à graines.

Option B: déchaumage

Une autre possibilité consiste à déchaumer toute la surface à l'aide d'un cultivateur à disques. Comme pour la régulation du chardon des champs, le labour d'une prairie temporaire nécessite 2 à 3 passages avec une profondeur de travail progressive-ment plus importante.

Le cultivateur à ailettes et la herse à disques ne donnent généralement pas de résultats satisfaisants, car ils ne peuvent pas couper la végétation sur toute la surface.

Option C: fraisage progressif

Selon le même principe que l'option B, la prairie peut également être détruite progressivement en profondeur à l'aide d'outils à prise de force en deux passages au minimum. Diverses machines à prise de force conviennent à cet effet. Ici aussi, plusieurs passages peuvent être nécessaires, en fonction de la densité et de la composition de la végétation.

Incorporation des résidus de récolte et des couverts végétaux

Incorporation des pailles et des repousses

Les résidus de récolte et les repousses occupent une partie de la surface du sol. En raison du risque accru de bourrage des machines, le semis de la culture principale puis les désherbages mécaniques peuvent être rendus difficiles. En présence d'une grande quantité de résidus organiques, un semis avec des socs à disques est nécessaire pour faire face à la présence de litière.

Incorporation de couverts végétaux

Les couverts végétaux peuvent être incorporés dans le sol à quelques centimètres de profondeur à l'aide d'un cultivateur, d'une fraise ou d'une niveleuse.

Comment procéder?

- **Moment:** les couverts végétaux abondants sont de préférence broyés et incorporés environ deux semaines avant le semis de la culture principale. Il n'est pas recommandé de détruire les couverts végétaux juste avant le semis de la culture principale suivante en raison du processus de décomposition.
- Le **stade optimal de destruction** se situe avant la pleine floraison des couverts végétaux, lorsque les plantes ne sont pas encore lignifiées.
- Les travaux doivent en outre être effectués **tôt le matin ou le soir**, lorsque les insectes pollinisateurs ne sont pas encore actifs.



Les combinaisons de semis avec un rouleau à couteaux à l'avant et une herse à dents flexibles combinée à un rouleau permettent d'incorporer facilement les couverts végétaux en un seul passage sans entraînement par prise de force.

- **Le broyage du couvert végétal** à l'aide d'un rouleau écraseur, à couteaux ou d'un broyeur facilite ensuite son incorporation dans le sol.
- L'incorporation à une profondeur d'environ 3 à 5 centimètres se fait de préférence à l'aide d'une fraise rotative. Avec ces machines entraînées par prise de force, il faut toutefois adapter la vitesse de rotation aux conditions du moment afin de conserver une structure friable du sol («test de la pièce de cinq francs»: environ 20 mottes d'une taille supérieure à une pièce de cinq francs sur une surface de 40 × 60 centimètres) et d'éviter la formation d'une couche lissée au fond de l'horizon de travail.



Dans le cas de faible biomasse des couverts végétaux, leur incorporation et le semis de la culture suivante peuvent être effectués en une seule opération.



Le mélange des résidus végétaux broyés ou déchiquetés avec le sol déclenche le processus de décomposition par les micro-organismes du sol. Si le mélange est homogène et que le sol est suffisamment humide, la décomposition s'effectue en 1 à 2 semaines. La décomposition est terminée lorsqu'une odeur douce se dégage.

Mobilisation retardée de l'azote au printemps

De nombreuses cultures ont besoin d'une bonne disponibilité de l'azote au printemps pour se développer. Avec un travail réduit du sol, cet apport peut être limité, car la minéralisation est moindre ou retardée par rapport au labour. Cela peut être dû à l'absence d'aération par la charrue, à la couverture du sol généralement plus longue et à l'humidité plus élevée qui en résulte, avec des températures du sol plus basses.

Pour l'apport d'azote facilement disponible à court terme, l'agriculture biologique n'autorise pas l'utilisation d'engrais minéraux. En revanche, l'épandage de lisier (ou d'un engrais liquide de recyclage) permet de combler relativement rapidement les déficits en azote (voir également la fiche technique «Engrais de ferme et de recyclage en agriculture biologique» du FiBL sur boutique.fibl.org > 1826).

L'agriculture régénérative pour la formation d'humus et la protection du climat?

Les principes de l'agriculture régénérative place le sol au centre de ses préoccupations. Les principaux piliers de l'agriculture régénérative sont les suivants:

- Sol recouvert en permanence et enraciné
- Promotion maximale de la biodiversité
- Travail minimal du sol
- Incorporation de couverts végétaux au moyen de compostage de surface et à l'aide de fermentations
- ameublissement en profondeur du sol

Il existe différentes mises en œuvre d'agriculture régénérative. L'absence d'une définition claire et contraignante complique la recherche sur ce type de système. Sur la base des expériences acquises jusqu'à présent, les pratiques agricoles régénératives ne permettent toutefois pas d'espérer une accumulation mesurable d'humus à court terme. Les cultures intermédiaires favorisent la formation d'humus à long terme grâce à l'apport supplémentaire de biomasse en surface et sous-sol. Cependant, la formation d'humus dépend également de l'apport d'autres amendements organiques telles que les

engrais de ferme, le compost ou le biochar, de la rotation des cultures en général et, en particulier, de l'intégration de cultures pluriannuelles telles que la prairie temporaire. Jusqu'à présent, ces autres contributions ont toutefois été moins privilégiées dans la pratique régénérative.

Il n'est pas encore clair si les pratiques régénératives permettent de constituer des réserves d'humus plus importantes que les pratiques traditionnelles de l'agriculture biologique, par exemple. Les premières mesures ont montré une transformation légèrement plus importante des cultures intermédiaires incorporées grâce à l'application de fermentations au début de la décomposition de surface.

Les pratiques régénératives n'ont pas modifié les émissions totales de protoxyde d'azote. Les matières organiques présentant un rapport C/N étroit peuvent libérer davantage de protoxyde d'azote. La quantité et la teneur en azote des cultures intermédiaires déterminent le niveau des émissions de protoxyde d'azote.

Compaction du sol

Le rappuyage naturel et le passage des machines avec un ameublissemement réduit peuvent entraîner un tassement accru du sol sous l'horizon travaillé, en particulier pendant la période de transition entre le travail conventionnel et le travail réduit du sol. Ce tassement peut avoir un effet négatif à court terme sur le rendement des cultures.

Le plus souvent, la compaction se développe sous l'horizon de 10 centimètres, où le travail est le plus réduit. Même l'ancienne semelle de labour peut conserver une zone de compaction pendant un certain temps après le passage à un système réduit.

Comment reconnaître la compaction?

- La compaction de la couche arable peut être facilement évalué à l'aide d'une sonde ou d'un échantillon prélevé à la bêche, ou encore détecté à la présence de racines courbées et à croissance horizontale.
- En surface, la compaction se remarque souvent par une couleur claire et une croissance affaiblie des plantes cultivées (et, par conséquent, souvent par des rendements plus faibles). Les cultures à racines faibles, telles que les légumineuses à grains, sont particulièrement sensibles au tassement.
- La compaction des couches profondes (par exemple par le passage de machines de récolte lourdes) peut favoriser la croissance de chardons des champs le long des horizons compactés.



Les chardons des champs, le grand plantain et les pissemillets indiquent un compactage du sol dans les champs.

Évaluer le risque de compaction

Bon à savoir

- Le risque de compaction est le plus élevé sur les sols humides.
- La méthode, la profondeur et la fréquence de travail, le moment du travail (humide ou sec) ainsi que le tracteur et les pneus sont déterminants pour le degré de compaction du sol.
- Un état optimal du sol au moment du travail, avec une bonne portance, est la mesure la plus importante contre la compaction du sol!



Outil en ligne Terranimo

Terranimo® est un modèle de simulation permettant de calculer le risque de compaction du sol lors de l'utilisation de machines agricoles.



terranimo.ch

Échantillons prélevés à la bêche dans des sols ayant fait l'objet de différents types de travail du sol (à gauche: travail réduit, à droite: labour). Le sol soumis à un travail réduit présente une bonne structure dans la couche arable et un bon enracinement, tandis que le sol labouré est plus grossier et présente des résidus de récolte enfouis et non décomposés. Cependant, le travail réduit permet également de constater un tassement ou une densification dans la couche inférieure du sol.

Éviter la compaction

Avant chaque utilisation d'une machine, il convient de vérifier la praticabilité du sol afin d'éviter toute compaction. Des pneus larges à faible pression peuvent contribuer à réduire le risque. Il est également essentiel de répartir le poids de manière aussi uniforme que possible entre les roues. En principe, les machines légères doivent être privilégiées par rapport aux machines lourdes.

Ameublissement en profondeur en cas de compaction

Le décompactage en profondeur contribue à restaurer partiellement les sols compactés après l'utilisation d'engins lourds (traces de roues) ou à briser une couche dure.

- Si un ameublissement en profondeur a lieu après la récolte d'une culture, il faut semer des plantes à croissance rapide et à racines profondes simultanément ou immédiatement après l'ameublissement afin que le sol soit rapidement colonisé par les racines et ne se tasse pas à nouveau.
- Un ameublissement en profondeur peut également être effectué juste avant le semis ou dans un couvert végétal en croissance. Lors de l'ameublissement du sol dans une culture en croissance, les racines peuvent coloniser plus rapidement les espaces vides.
- Lorsque l'ameublissement est effectué en même temps que le semis d'une couverture intermédiaire ou d'une culture principale, les plantes en germination peuvent directement coloniser les cavités.
- Un ameublissement régulier est problématique, car il peut entraîner un nouveau tassement sous l'horizon travaillé, en particulier si le sol n'est pas complètement sec en profondeur.
- Effectuer un test à la bêche avant tout travail en profondeur!

Ameublisseur en profondeur



Mode de fonctionnement

- Sous-soleuse ou cultivateur lourd avec une bonne pénétration et peu de socs qui soulèvent le sol
- Socs non superposés
- Profondeur de travail: 20 à 50 cm, selon le type de sol
- La formation de fissures est horizontale et/ou verticale selon le type de dents.

Avantages

- Ne bourse pas, large écartement
- La structure du sol est préservée, il est seulement ameubli.
- Préserve la couche de litière recouvrant le sol.
- Brise la compaction du sol sous la zone concernée.
- Préserve le carbone stocké dans le sol.
- L'humidité dans les couches inférieures du sol est préservée.
- La formation d'un drainage en profondeur favorise l'infiltration de l'eau.

Inconvénients

- Les sous-soleuses nécessitent des tracteurs puissants. La puissance de traction requise dépend également du type de construction.
- Grande résistance lors de la pénétration dans des sols lourds et secs
- Souvent, plusieurs passages sont nécessaires.

À quoi faut-il faire attention?

- Le sol ne doit être ni trop humide (risque de lissage), ni trop sec (grosses mottes).
- La profondeur de travail des dents doit être supérieure à la couche de sol compactée.

Fabricants (sélection)

Alphatec Weaving TL, Amazone TL, Bremer TG, Imants Culter, Kuhn Untergrundlockerer, Kverneland CLI, LM-Tech AERE TG, Löwenzahn, Maschio Gaspardo TL, Rolmako TL, Saphir TL Plowstar

Investissements dans la mécanisation

Le passage à un travail réduit du sol nécessite des outils adaptés pour remplacer la charrue et pour des interventions complémentaires, car aucun outil de travail du sol ne peut remplacer complètement la charrue. La mécanisation diversifiée nécessaire correspond aux interventions suivantes:

- Pour le travail des chaumes, il faut des outils puissants, adaptés aux conditions locales du sol et pouvant travailler à différentes profondeurs.
- Pour l'incorporation des couverts végétaux, il faut des broyeurs, des rouleaux à couteaux ou des outils entraînés par prise de force.
- Si les résidus de récolte ne sont incorporés que superficiellement, il peut être nécessaire de remplacer des outils traînés par des outils rotatifs pour lutter contre les adventices (c'est-à-dire qu'en plus de la herse, il faut également acheter une roto-étrille ou une houe rotative).
- La quantité plus importante de matière organique dans la couche supérieure du sol nécessite une technique de semis adaptée.

Partager les outils plutôt que les acheter

Au lieu de réaliser des investissements importants dans des outils destinés à différentes tâches, la participation à des coopératives d'utilisation de machines CUMA ou l'achat d'outils communs avec des fermes ou domaines au choix peuvent permettre de réduire les coûts.

Les périodes d'intervention sont un peu plus grandes pour le travail du sol que pour les outils de désherbage. Avant de réaliser des investissements importants, il convient de tester les outils sur ses propres parcelles, car la qualité du travail d'un outil peut varier en fonction de la nature du sol.

Pression des maladies et des ravageurs

Les ravageurs et les maladies fongiques peuvent survivre longtemps dans les résidus de récolte. Si ceux-ci ne sont pas broyés et incorporés dans le sol, ces bioagresseurs peuvent continuer à se multiplier et à hiverner. Ils peuvent alors infester la culture suivante.



Les chaumes de maïs non ou insuffisamment enfouis facilitent la transmission des fusarioSES au blé.

Réduire la pression des maladies et des ravageurs

La prévention systématique des maladies et des ravageurs durant l'interculture réduit le risque d'infestation de la culture principale.

Comment procéder?

- Respecter les pauses culturales spécifiques à chaque culture.
- Choisir des variétés résistantes aux maladies.
- Favoriser la décomposition rapide des résidus de récolte: broyer les résidus de récolte tels que la paille et les incorporer en surface.
- Pour lutter contre la pyrale du maïs, broyer soigneusement les cannes de maïs après la récolte et les incorporer si possible en surface.
- Afin d'empêcher la transmission des fusarioSES, ne pas cultiver de blé ou de triticale après le maïs en cas de semis direct ou sous litière.
- Éviter les couches épaisses de litière, car elles favorisent la prolifération des limaces.
- En cas d'infestation par les vers fil de fer, une courte jachère (travail des chaumes) en été permet de réduire le nombre de larves.

Exemple pratique 2

Les machines et la rotation des cultures doivent être adaptées

» À Flaach (ZH), j'exploite une ferme agricole de 15 hectares. À Hünikon, je m'occupe également de deux autres exploitations de 16 hectares chacune, que je gère selon ma philosophie de travail minimal du sol et de permaculture.

Le passage au semis direct et au semis sous litière a eu lieu dès 1996. Avec le passage à l'agriculture biologique en 2011, le semis direct pur n'était plus possible en raison de l'abandon du glyphosate. Le cultivateur «Treffler» a néanmoins permis un travail du sol sans labour. La machine travaille le sol sur toute la surface à une profondeur d'environ 4 à 6 centimètres avant le semis des cultures. Le cultivateur permet également de détruire les prairies.

Système de culture optimisé

La rotation des cultures avec la luzerne, le maïs grain, le blé d'automne, la culture associée d'orge d'automne et de pois protéagineux et les tournesols est adaptée à mes machines. Les betteraves sucrières ou les pommes de terre ne fonctionneraient pas dans ce système.

Après la récolte, je sème dès que possible un couvert végétal. J'ai beaucoup expérimenté les sous-semis avec les tournesols, mais sans obtenir le résultat souhaité. Je sème systématiquement les tournesols avec un espacement de 75 centimètres entre les rangs et une fertilisation de base d'environ 30 unités d'azote par hectare. L'espacement choisi entre les rangs apporte de grandes synergies lors du binage, car les travaux pour les tournesols et le maïs grain se recoupent et il n'est pas nécessaire de régler constamment la sarcluse.

Depuis 2023, je travaille avec un «Geohobel» (scalpeur rotatif). Là aussi, je travaille à une profondeur de 4 à 6 centimètres. Par rapport au cultivateur, la fraise incorpore mieux les résidus de récolte ou les couverts végétaux. Le processus de décomposition commence ainsi plus tôt, ce qui facilite le passage de la herse étrille. La vitesse de rotation plus faible par rapport à une fraiseuse réduit l'usure et la consommation d'énergie.

Hanspeter Breiter, Flaach (breiterga.ch)



Incorporation d'un couvert végétal à l'aide d'une herse rotative.

Choix des outils appropriés

Critères généraux

Le choix de l'outil approprié dépend de l'intensité du travail du sol et des conditions suivantes:

- **Conditions requises pour le lit de semence:** les cultures d'automne telles que les céréales poussent bien sur des sols grossièrement et superficiellement préparés, tandis que les cultures à racines faibles telles que les pois et le soja nécessitent un ameublissement plus profond du sol. Les cultures à petites graines ont besoin d'un lit de semence fin pour un bon contact avec le sol.
- **Quantité de biomasse à incorporer:** plus la quantité de biomasse à incorporer dans le sol est importante, plus le travail du sol doit être intensif. Les prairies temporaires (luzerne, ray-grass) sont particulièrement exigeantes.
- **Conditions prédominantes du sol:** pour déterminer la profondeur et l'intensité du travail du sol, il est nécessaire d'évaluer correctement la nature du sol et son état d'humidité. Sur les sols moyennement lourds, le travail du sol s'effectue généralement à l'aide de disques, de socs ou de dents simples, tandis que sur les sols lourds, il s'effectue à l'aide de charrues à socs ou de herses et de fraises entraînées par une prise de force.
- **Pression générale et spécifique des adventices:** le niveau momentané et prévisible de développement des adventices et leur type sont importants pour déterminer la profondeur et le moment du travail du sol.
- **Compaction du sol:** la structure du sol doit être préservée autant que possible et il ne faut pas utiliser de tracteurs trop lourds.
- **Contributions pour un travail du sol respectueux:** en Suisse pour bénéficier de contributions pour un travail respectueux, la profondeur de travail ne doit pas dépasser 10 cm pour les outils avec retournement. Cela implique certaines restrictions qui doivent être acceptées. Si les restrictions sont trop contraignantes, il vaut mieux renoncer aux contributions et appliquer un système flexible.

Choix des outils en fonction de la puissance (rendement)

Dans les fermes ou domaines agricoles disposant de grandes parcelles et de champs plutôt plats, le rendement du travail du sol atteint 5 à 6 hectares par heure grâce à des vitesses de travail élevées de 15 à 18 km/h et une largeur de travail de 6 mètres. Dans une partie de la Suisse, en raison de la topographie et des parcelles plutôt petites, on utilise plutôt des outils de travail du sol d'une largeur de 3 mètres. Les outils traînés atteignent ici un rendement horaire d'environ 1,5 hectare.

Tabelle 2: Rendement des outils de travail du sol en ares/h

Charrue à 3 socs	47
Charrue à 4 socs	62
Charrue à 5 socs	78
Charrue à 6 socs	93
Bêcheuse, 3 m	45
Sous-soleuse, 3 m	55
Cultivateur avec rouleau suiveur, 3 m	140
Herse à disques courts avec rouleau suiveur, 3 m	142
Herse à disques courts avec rouleau suiveur, 4 m	192
Herse à dents à ressort avec émetteur, 3 m	158
Herse à dents flexibles avec émetteur, 6 m	307
Fraise avec broyeur à barres, 2,5 m	76
Herse rotative avec rouleau packer, 3 m	109
Rouleau à couteaux, 6 m	500

Source: Catalogue des coûts 2025,
Agroscope Transfer, 598, 2024

Les grandes fermes ou domaines, en revanche, utilisent principalement des combinaisons d'outils afin d'atteindre un rendement élevé. Les grandes fermes ou domaines agricoles avec des sols moyennement lourds utilisent souvent des combinaisons d'outils traînés ou entraînés par le sol.



Dans le cas d'une combinaison d'outils, le sol est d'abord fissuré et ameubli, puis la paille est répartie, mélangée à la terre et incorporée. Enfin, selon l'objectif visé, un rouleau ou un râteau nivelaient est utilisé pour le rappuyage.

Outils individuels ou combinaisons

Malgré tous les avantages des combinaisons d'outils, il ne faut pas oublier que parfois, il peut être plus judicieux d'effectuer certaines étapes avec des machines plus légères.

Plus la taille des combinaisons d'outils augmente, plus les coûts d'acquisition augmentent également. C'est pourquoi les grandes combinaisons sont principalement achetées par les entreprises agricoles, car elles atteignent un taux d'utilisation suffisamment élevé.

Choix en fonction du domaine d'utilisation

Traditionnellement, les procédés de travail du sol sont classés dans l'une des trois catégories suivantes: travail du sol profond, travail des chaumes ou préparation du lit de semence. Aujourd'hui, cette classification n'est toutefois plus aussi déterminante, car de nombreuses machines peuvent être converties rapidement ou réglées hydrauliquement pour remplir une autre fonction. Cela n'était pas possible auparavant.

Travail du sol

Le travail du sol comprend traditionnellement le mélange et l'ameublissement du sol jusqu'à une profondeur de 15 à 25 centimètres. À l'aide d'une charrue ou d'un cultivateur, les résidus de récolte, les adventices et les engrangements de ferme doivent être incorporés dans le sol. L'incorporation peut se faire avec ou sans retournement, à l'aide d'outils traînés ou entraînés par prise de force.

Dans le cas d'un travail réduit du sol, on renonce au travail du sol profond à plus de 10 cm avec la charrue réversible traditionnelle.

Travail des chaumes

Le travail des chaumes s'effectue généralement à l'aide de cultivateurs ou de charrues, qui sont réglés à faible profondeur pour le travail des chaumes, mais qui peuvent également être utilisés pour le travail du sol à une profondeur plus importante. Les modèles de cultivateurs se distinguent principalement par l'écartement, la forme et le nombre de rangées des dents. Grâce à des systèmes de changement rapide, ils peuvent être facilement transformés de socs à ailettes en cultivateurs à socs plats.

Préparation du lit de semence

La préparation du lit de semence suit le travail du sol en profondeur ou le déchaumage. La couche supérieure du sol est alors travaillée plus finement et préparée pour les semis. Les outils les plus importants sont la herse à dents flexibles ou la herse rotative.

Il existe une multitude de cultivateurs qui peuvent également être utilisés pour le déchaumage que pour la préparation du lit de semence.

Les pages 24 à 29 présentent les différents types d'outils et leur mode de fonctionnement. En raison de la grande diversité des combinaisons d'outils proposées, seules certaines combinaisons sont décrites. Les grands fabricants de machines proposent aujourd'hui un choix presque illimité de types et de modèles avec différents outils. Ceux-ci peuvent également être combinés et adaptés individuellement. Les sites web des fabricants fournissent des informations plus détaillées sur le poids, la largeur et le mode de fonctionnement des outils. Les prix peuvent varier considérablement en fonction de l'équipement et doivent donc être demandés individuellement.

Tableau 3: Évaluation des outils de travail réduit du sol par rapport à la charrue réversible

Le tableau donne un aperçu des principaux types d'outils utilisés pour le travail du sol. Il aide à choisir le type d'outil approprié en fonction du mode de travail et des conditions. Les outils sont classés selon leur procédé et leur type d'entraînement. La force de frappe, l'aptitude et l'incorporation de matériel ainsi que l'effet sur la structure du sol dépendent essentiellement de la profondeur de travail. Pour l'évaluation une profondeur de travail standard a été définie pour un travail respectueux du sol. Des descriptions détaillées des principaux outils sont disponibles dans les pages suivantes.

Outils	Procédés	Mode de fonctionnement				Aptitude pour					Effet sur	
		Profon- deur minimale de travail (cm)	Mode de fonc- tionne- ment	Entraî- nement	Force de frappe	Destruc- tion prairie	Incorpora- tion de paille, résidus de récolte, fumier	Incorpora- tion de biomasse (couverts végétaux de surface)	Régula- tion des char- dons	Structure du sol et protection contre l'érosion	Rétention d'eau	
Charrue réver- sible (standard)	TB	20	ar	t	●	●●●	●●●	●●	●	-	-	
Charrue déchaumeuse	TB/TCH	<10	ar	t	●●	●● (●)	●●	●	●●●	●	●●	
Cultivateur à ailettes	TB	15	sr	t	●●●	●	●●	●●	●	●	●	
Cultivateur rotatif	TB	15	sr	ef	●	○	●●●	●●●	○	○	○	
Bêcheuse	TB/TCH	<10	sr	ef/es	●	●	●●	●	-	●	●●	
Cultivateur plat	TCH/TB	<10	sr	t	●●●	●●	●	●	●●●	●●	●●●	
Cultivateur fin	TCH/PS	<10	sr	t	●●●	○	○	○	○	●●●	●●●	
Herse à disques	TCH/PS	<10	sr	t	●●●	●	●	●●	-	●●	●●	
Fraise rotative	TCH/TB	<10	sr	ef	●	●	●●●	●●●	-	○	●●●	
Scalpeur rotatif	TCH/TB	<10	sr	ef	●	●	●●●	●●●	-	●	●●●	
Rouleau à couteaux		0	sr	es	●●●	○	○	●●●	○	○	○	
Herse à dents à ressort	PS	<10	sr	t	●●●	○	●	○	●	●●	●●	
Herse rotative	PS	<15	sr	ef	●	○	●	○	○	●	●	

Procédé	Mode de fonctionnement	Entraînement	Aptitude/effet
Charrue réversible (non réduite)	ar avec retourement sr sans retourement	t tiré ef entraîné par prise de force es traîné, entraînement au sol	●●● très bonne, élevée, positive ●● moyen ● faible, peu ○ aucune, neutre - négatif
TB Travail du sol de base			
TCH Travail des chaumes			
PS Préparation du lit de semence			

Machines pour un travail réduit du sol

Travail du sol de base

Retournement, avec déracinement des adventices

Charrue déchaumeuse



Profondeur de travail

8–12 cm

Mode de fonctionnement

- Scalpe le sol sur toute la surface
- Possibilité d'adapter la profondeur de travail aux conditions du sol (aussi superficiel que possible, aussi profond que nécessaire)

Avantages

- Bonne incorporation de la biomasse pour une décomposition rapide
- Peut labourer une prairie temporaire en un seul passage
- Conserve l'humidité dans le sous-sol
- Nécessite moins de puissance de traction qu'une charrue conventionnelle, plus efficace
- Onland (selon le modèle), travail sans laisser de sillons

Inconvénients

- A des profondeurs de travail <10 cm pas de retournement complet possible
- Risque de repousse pour les graminées à racines profondes et la luzerne
- Sur les parcelles accidentées, les terrains en pente et en cas de passages de roues, il faut travailler à plus de 10 cm de profondeur.
- Travail difficile à faible profondeur sur des sols lourds et secs

Technique

- Tracté
- Généralement 6 à 8 socs (jusqu'à 11 socs possibles)
- Largeur de travail: 2,5–3 m
- Puissance requise selon la largeur: 120 à 220 ch
- Roue d'appui pour un guidage précis en profondeur
- Charrue réversible (modèles plus petits) ou charrue à billons

Fabricants (sélection, par ordre alphabétique)

Bugnot Rapid Lab, Escudero Ecologic, Köckerling Trio, Kverneland Ecomat, Einböck Ovlac mini, déchaumeur Zobel

Sans retournement comme alternative à la charrue

Cultivateur à socs à ailettes (cultivateurs lourds, peu de socs)



Profondeur de travail

15–25 cm

Mode de fonctionnement

- Socs à ailettes inclinées qui ouvrent le sol, le mélange intensivement et l'ameublissent
- La pointe et l'aile du soc travaillent à des profondeurs différentes.
- Contrôle de la profondeur via un rouleau suiveur

Avantages

- Bon mélange et incorporation des résidus de récolte
- Aucun risque de bourrage grâce au large écartement des socs qui ne se chevauchent pas
- Grande efficacité
- Moins de puissance nécessaire qu'avec une charrue
- Aucun ameublissement supplémentaire nécessaire

Inconvénients

- Dans la plupart des cas, le sol n'est pas entièrement scalpé (pas de régulation des adventices vivaces)
- Plusieurs passages sont nécessaires pour un scalpage complet (par exemple pour le labour d'une prairie temporaire).

Technique

- Tracté
- Différentes combinaisons possibles avec 2 ou 3 poutres
- Soc à ailettes avec protection contre les pierres, disques concaves et rouleau
- Hauteur du châssis environ 80 cm, pour une largeur de 3 m et 10 dents
- Système de changement rapide avec différentes dents de cultivateur: soc à ailettes droit ou courbé, soc étroit, socs à double-cœur

Fabricants (sélection, par ordre alphabétique)

Amazone Cenio, Bremer Cultivateur lourd, Carre Culti, Einböck Hurricane, Kuhn Cultimer, Horsch Terrano, Pöttinger Synkro, Lemken Kristall, Maschio Gaspardo Terremoto, Saphir Terrastar, Väderstad Opus ou Cultus

Entraînement par prise de force, avec incorporation de grande quantité de biomasse

Cultivateur rotatif



Profondeur de travail

15–30 cm

Mode de fonctionnement

- Sans retournement
- Les dents plates et longues tournent à la verticale et mélangeant le sol et les résidus de récolte dans la couche travaillée.

Avantages

- Bon mélange
- Possibilité d'incorporer de grandes quantités de résidus de récolte et de couverts végétaux
- Convient également aux sols lourds, mais peut également entraîner la formation d'une semelle

Inconvénients

- Besoins énergétiques élevés, équipements lourds, puissance de traction et puissance requises élevées jusqu'à 300 ch
- Bonne efficacité en combinaison, efficacité modérée en utilisation seule
- L'incorporation de grandes quantités de paille et de matière peu hachée peut entraîner un blocage de l'azote dans la culture suivante.
- La structure du sol peut être endommagée à des vitesses élevées, en particulier lors d'un travail en profondeur.

Technique

- Entraînement par prise de force
- Dents disponibles en différentes tailles
- Par rapport à la herse rotative, dont les dents sont montées de manière traînante, le cultivateur rotatif est équipé de dents plus longues et plus stables, légèrement inclinées vers l'avant. Le sol est ainsi mélangé de manière plus intensive.

Fabricant (sélection)

Cultivateur rotatif Amazone KX

Entraînement par prise de force ou par le sol, pour l'incorporation de couverts végétaux

Bêcheuses



Profondeur de travail

8–15 cm

Mode de fonctionnement

- Scalpe complète du système racinaire à l'aide d'une bêche, ainsi que retournement du sol
- Léger rappui du sol à l'aide d'un rouleau après le travail
- Rotor à double dents Bomford Dyna Drive avec deux arbres de rotor reliés par une chaîne d'entraînement robuste (arbre avant avec un grand nombre de dents de bêche, arbre arrière avec un petit nombre de dents). La vitesse de rotation triple de l'arbre arrière permet de mélanger et d'incorporer intensivement la terre retournée. Avec une largeur de travail de 3 m, la machine nécessite une puissance de traction d'au moins 135 ch.

Avantages

- Arbre à bêches avec rotation lente et travaillant en surface, ce qui évite le bourrage comme c'est le cas avec les fraises
- Bon mélange et incorporation des résidus de récolte
- Lit de semence propre
- Aère le sol
- Grande ouverture, pas de bourrage
- Convient à tous les types de sol

Inconvénients

- Pas de régulation des adventices vivaces
- Faible rendement

Technique

- Dents à rotation horizontale avec lames de bêche interchangeables, en fonction du type de sol
- Combinaisons possibles avec une sous-soleuse, un rouleau nivelauteur et un semoir
- Largeur: 3 m, puissance requise avec prise de force sans soc de décompactage profond: 90 ch

Fabricants (sélection)

Imants, Celli (entraînement par prise de force), Bomford Dyna Drive (entraînement par le sol au lieu de la prise de force)

Travail des chaumes

Avec régulation des adventices vivaces ou scalpage d'une prairie

Cultivateurs plats (cultivateurs de précision)



Profondeur de travail

5–10 cm

Mode de fonctionnement

- Déchaumage et mélange du sol avec les résidus de récolte sur toute la surface à l'aide de dents superposées avec socs à patte d'oeie

Avantages

- Utilisable sur tous les sols, grande efficacité
- Sur des parcelles planes, profondeur de travail minimale possible à partir de 5 cm
- L'humidité du sol est conservée sous la couche travaillée.
- Lutte contre les adventices vivaces telles que les chardons (3 passages nécessaires selon la fig. 7 à la page 11)
- Pour lutter contre le rumex, travailler à une profondeur d'au moins 12 à 15 cm
- Convient pour détruire une prairie temporaire (scalpage lors du premier passage, puis 5 cm plus profondément lors des passages suivants, 3 passages sont généralement nécessaires)

Inconvénients

- Risque de bourrage en cas de biomasse importante
- Plus la profondeur de travail est superficielle, plus l'effet de mélange est faible

Technique

- Tracté, largeur de travail 3–6 m
- Soc rigide en patte d'oeie avec protection anti-pierres, système de changement rapide, 2 ou 3 poutres possibles
- Machines relativement lourdes avec roues d'appui
- Réglage hydraulique de la profondeur
- Généralement en combinaison avec des disques ou des roues en étoile (mise à nu des racines des adventices) et un rouleau suiveur

Fabricants (sélection, par ordre alphabétique)

Bremer déchaumeur, Carre Urasi scalpeur de précision, Einböck Razor, Gütler Super Maxx Bio, Horsch Cruiser, Kongskilde Delta Flex, Köckerling Vario, Kuhn Cultimer, Kverneland Turbo, Lemken Koralin, Pöttinger Terra, Saphir Tinestar Profi, Treffler cultivateur de précision

Avec désherbage

Cultivateurs fins (cultivateurs à dents à ressort, herses à dents à ressort de précision, herses à paille, grandes herses à dents à ressort)



Profondeur de travail

5–10 cm

Mode de fonctionnement

- Travail du sol sur toute la surface
- Les vibrations des longues dents à ressort enfouissent les adventices et les mélègent au sol.
- Convient pour lutter contre le chiendent (arrache les rhizomes) et les adventices annuelles à graines
- Plutôt pour les sols légers à moyennement lourds; convient pour le deuxième passage sur chaume sur les sols plus lourds
- Etape intermédiaire vers la préparation du lit de semence

Avantages

- Conserve l'humidité du sol sous la couche travaillée
- Idéal pour le désherbage avant le semis
- Plus léger que les autres cultivateurs
- Grande efficacité

Inconvénients

- Risque de bourrage; ne peut pas incorporer de grandes quantités de paille ou d'adventices
- Ne convient pas à la destruction d'une prairie

Technique

- Dents à double ressort décalées et se chevauchant, avec ou sans socs à patte d'oeie à l'extrémité
- Cadre plus robuste et plus haut que celui de la herse à dents à ressort, dents plus longues et plus résistantes
- Contrôle précis de la profondeur grâce aux roues d'appui, au rouleau suiveur et à la herse (réglable hydrauliquement)

Fabricants (sélection, par ordre alphabétique)

Cultivateur à dents à ressort Vibro de Bremer, cultivateur de précision Pentasol de Carre, Einböck cultivateur de précision Vibrostar, Horsch Finer, Kongskilde Vibro Flex, Kerner cultivateur de précision Stratos, Köckerling Bio Allrounder classic, Kuhn Prolander, Kverneland Oeko Grubber, Pöttinger Plano, Saphir herse à paille Clearstar, Saphir herse à dents flexibles Allstar, Treffler herse à dents flexibles de précision, Väderstad Swift

Avec incorporation de paille, de repousses de céréales ou de colza

Déchaumeurs à disques (déchaumeurs à disques courts, rouleaux à disques)



Profondeur de travail

5 – 10 cm

Mode de fonctionnement

- Incision superficielle du sol à l'aide de disques lourds, inclinés et dentelés
- Mélange le sol et les résidus de récolte

Avantages

- Convient aux sols légers à moyens avec peu ou pas d'adventices vivaces
- Convient pour l'incorporation rapide des chaumes et des adventices annuelles
- L'humidité sous la couche travaillée est préservée.
- Ne s'encrasse pas
- Très efficace

Inconvénients

- Risque de propagation des adventices vivaces telles que le chiendent ou les chardons en raison de la fragmentation des racines et de leur repousse
- Efficacité réduite dans des conditions sèches et dans des sols lourds

Technique

- Tracté
- Outil de pré-travail, unité à disques et rouleau suiveur
- Déchaumeurs à disques compacts en largeurs de 3 à 4 m
- En combinaison avec un rouleau à couteaux avant, convient également pour l'incorporation de couverts végétaux

Fabricants (sélection, par ordre alphabétique)

Herse à disques compacte Amazone Catros, Bremer Columbus, Einböck Rebell, Horsch Joker, Kuhn Optimer, Kverneland Qualidisc, Lemken Rubin 10, Maschio Gaspardo Veloce, Pöttinger Terra Disk, herse à disques courts Saphir Discstar, Väderstad Carrier

Incorporation de couverts végétaux avec des machines entraînées par prise de force

Fraise rotative



Profondeur de travail

4 – 10 cm

Mode de fonctionnement

- Des couteaux inclinés tournent autour de l'axe et déchirent le sol.
- Selon la profondeur de travail, ils scalpent et/ou mélangent le sol avec les résidus de récolte.
- Les végétaux broyés se décomposent à la surface.
- Souvent utilisé en combinaison avec une sous-soleuse.

Avantages

- Permet d'incorporer des biomasses importantes ou une prairie, même dans des sols lourds.
- La couche de litière protège le sol contre l'érosion et le dessèchement.
- L'humidité sous la couche travaillée est préservée.
- Peut-être combiné avec un semoir, mais recommandé uniquement pour l'incorporation de petites quantités de résidus de récolte
- En cas de grandes quantités de biomasse, effectuer le semis dans un deuxième passage après la fin du compostage

Inconvénients

- Pas de régulation des adventices vivaces
- Faible rendement en cas de semis séparé
- Consommation élevée de carburant
- Usure élevée
- Risque d'endommagement de la structure du sol et des vers de terre en cas de régime élevé
- Risque de formation d'une semelle
- Risque de fragmentation et de prolifération des adventices racinaires

Technique

- Fraisage avec dents coudées

Fabricants (sélection, par ordre alphabétique)

Celli fraise, Konskilde Howard Biocircle fraise, Kuhn Biomulch fraise, Maschio Gaspardo fraise, Vortex VE A250 fraise

Incorporation de couverts végétaux avec des machines entraînées par prise de force

Scalpeur à rotor, Geohobel



Profondeur de travail

4–10 cm

Mode de fonctionnement

- Coupe complète du système racinaire à l'aide de lames brevetées (Geohobel) ou de bêches (Imants) et retourne le sol
- Légère compression du sol à l'aide d'un rouleau après le mélange

Avantages

- Faible vitesse de rotation et socs spéciaux évitent quasi totalement la battance, contrairement aux fraises
- Bon mélange et incorporation des résidus végétaux
- Combinaison avec un semoir possible, mais recommandée uniquement en cas d'incorporation de faibles quantités de résidus végétaux
- Lit de semence propre
- Apporte de l'oxygène au sol
- Grand écartement, pas de bourrage
- Convient à tous les types de sol

Inconvénients

- Pas de régulation des adventices vivaces
- Les adventices annuelles à graines sont incorporées et peuvent germer à nouveau.
- Faible vitesse de déplacement (idéale: 6 km/h, généralement moins) et faible rendement
- En cas de biomasse importante, deux passages peuvent être nécessaires.
- En cas de biomasse importante, semis lors d'un passage ultérieur
- Besoin élevé en puissance de traction

Technique

- Forme des couteaux inspirée de la houe de jardin
- Possibilité de changer les lames pour différents types de sols
- Généralement combiné avec un semoir et un rouleau

Fabricant

Rath Geohobel

Incorporation de couverts végétaux avec des outils traînés

Rouleaux à couteaux en combinaison avec des cultivateurs à dents plates ou à ressort



Profondeur de travail

Rouleau à couteaux: à la surface du sol, cultivateur à dents plates: <10 cm

Mode de fonctionnement

- Le rouleau à couteaux monté à l'avant roule à la surface du sol et broie les couverts végétaux et les résidus de récolte.
- Incorporation et mélange de la biomasse avec le sol par le cultivateur à dents plates qui suit

Avantages

- Tracté, entraînement au sol ou prise de force pour le rouleau à couteaux
- Protection contre l'érosion: les machines travaillent moins intensivement que les broyeurs, ce qui ralentit la décomposition de la biomasse
- Aucun risque de bourrage
- Rendement élevé (environ 5 ha/h pour une largeur de 6 m)

Inconvénients

- La structure grossière des couverts végétaux broyés ou hachés peut gêner les semis suivants.
- Prévoir suffisamment de temps avant de semer la culture principale.
- Moins adapté aux sols lourds

Technique

- Lames droites ou hélicoïdales sur un rouleau

Fabricants (sélection, par ordre alphabétique)

Agrisem, Dal-BO, Horsch Cultro, Kerner x-cut Solo, Saphir, Vibrocut, Wallner

Préparation du lit de semence

Avec des outils traînés

Hereses à dents flexibles (herses à dents ressort)



Profondeur de travail

5 – 15 cm

Mode de fonctionnement

- Mélange et ameublissement du sol grâce à des dents à ressort coupant et émiettant en surface
- Les vibrations des dents à ressort permettent au sol de se désagréger le long des lignes de rupture naturelles; les agrégats de sol les plus gros restent en surface, tandis que les plus petits se trouvent en dessous.

Avantages

- Puissant, vitesse de travail de 8 à 12 km/h
- Puissance de traction relativement faible
- Laisse une surface de sol plane
- Réglage de la profondeur de travail via le rouleau suiveur
- Convient pour le désherbage avant le semis
- Convient également aux sols caillouteux
- Risque de bourrage faible par rapport au fraisage
- Laisse une bonne structure du sol dans les sols légers à moyennement lourds

Inconvénients

- Peut bourrer en fonction de la nature et de l'écartement des dents
- Laisse souvent un lit de semence trop grossier dans les sols lourds (test des cinq francs); utiliser en plus un broyeur de mottes et de croûtes ou une herse rotative.

Technique

- Dents à ressort en acier trempé (fers plats courbés sur un ressort avec ou sans socs à patte d'oie)
- Largeur: 3–12 m, 30–120 dents
- Souvent utilisé en combinaison avec des disques et des rouleaux

Fabricants (sélection, par ordre alphabétique)

Bremer Vibro décompacteur à dents ressort, Einböck Vibrostar, Kötterling Allrounder, Kverneland TLG, Maschio Gaspardo Grator, Pöttinger Universal, Väderstad Mounted

Avec des machines entraînées par prise de force

Hereses rotatives



Profondeur de travail

10 – 15 cm

Mode de fonctionnement

- Sans retournement
- Dents à rotation verticale, contrairement à la fraise dont les dents tournent autour d'un axe horizontal

Avantages

- Bon mélange superficiel et incorporation des résidus de récolte
- Convient aux sols lourds, également pour broyer les grosses mottes
- Herse rotative généralement utilisée en combinaison avec un semoir après le déchaumage ou le labour

Inconvénients

- Besoins énergétiques élevés
- Bonne performance en combinaison, moyenne en utilisation seule (environ 1 ha/h pour une largeur de 3 m)
- Risque de battance de la surface du sol après des précipitations en cas de travail trop intensif
- Intégration moyennement bonne de la biomasse par la herse rotative

Technique

- Moins lourd et moins stable que le cultivateur rotatif
- Dents disponibles en différentes tailles
- Puissance requise relativement élevée en fonction de la largeur de la machine (1,3 à 10 m, standard: 3 m) et du nombre de lames (10 à 80)

Fabricants (sélection, par ordre alphabétique)

Herse rotative Amazone Rotamix, herse rotative Kuhn, séries Kverneland M ou H, Maschio Gaspardo, Pöttinger Lion Classic, Lemken Zirkon

Initiation au travail réduit du sol

L'intérêt pour un travail respectueux du sol ne cesse de croître. Les avantages potentiels du travail réduit du sol peuvent convaincre de nombreuses praticien·nes. D'un autre côté, l'expérience collective croissante met en évidence les défis et les risques liés à ces méthodes. Même si le travail réduit du sol est encore en cours de développement, les expériences acquises fournissent des indications précieuses pour les débutant·es.

1. Clarifier les conditions préalables et évaluer les risques

Il est utile d'évaluer les conditions de l'exploitation telles que le sol, le climat, la topographie, la rotation des cultures, la pression des adventices, etc. pour le travail réduit du sol: quels sont les avantages et les inconvénients du travail réduit du sol? Comment évaluer les risques?

Les exploitations dans la région présentant des conditions comparables et ayant une expérience du travail réduit du sol peuvent fournir des informations précieuses sur les méthodes appropriées. Il est également utile de se renseigner sur les machines: quels équipements sont disponibles dans la région et pourraient être loués?

2. Commencer par des méthodes simples

En règle générale, il est judicieux de passer progressivement au travail réduit du sol et de ne pas vendre la charrue dès le début de la transition. Le succès du travail réduit du sol dépend fortement de l'expérience. Il faut éviter les dommages au sol tels que la compaction et les couches de boue, la prolifération des adventices vivaces et les pertes de rendement importantes. Les paysann·es sans expérience dans ce domaine doivent notamment limiter les risques au maximum et commencer par des méthodes et des cultures simples et éprouvées. Les céréales font partie des cultures simples. Dans un premier temps, seules quelques parcelles devraient être soumises à un travail réduit du sol. Si la méthode s'avère efficace, elle peut être étendue à des cultures plus exigeantes telles que le colza, le soja, le lin ou la betterave sucrière.



La transition vers un travail réduit du sol demande du temps et de la patience. Ces efforts sont récompensés au fil des ans par une meilleure fertilité du sol (à gauche: travail du sol réduit, à droite: utilisation traditionnelle de la charrue).

Exemples de différents niveaux de risque

En automne

Facile

- Céréales après travail des chaumes
- Céréales après pommes de terre
- Féverole d'automne ou orge/pois protéagineux après céréales ou colza

Un peu plus exigeant

- Colza ou lin d'automne après le déchaumage des céréales

Au printemps

Facile

- Féverole de printemps après maïs

Un peu plus exigeant

- Maïs, tournesol, pois protéagineux ou lupins après céréales avec couvert végétal gelé ou hivernant

Exigeant

- Soja, betteraves sucrières, pommes de terre, chanvre, millet ou lin de printemps après des céréales avec couvert végétal hivernant ou après du maïs
- Maïs après trèfle/luzerne

3. Optimiser le système

Idéalement, le travail réduit du sol est considéré comme une approche visant à améliorer la fertilité et la résistance du sol. Le travail réduit du sol devrait être pratiqué chaque fois que cela est possible. A l'inverse le labour devrait être utilisé là où ses avantages sont les plus importants et ses inconvénients les plus faibles, par exemple à la fin de l'automne, lorsque l'activité biologique du sol est réduite et que la dégradation de la matière organique est limitée en raison des basses températures.

Un système flexible comme solution?

Certains systèmes biologiques de culture se basent sur un travail réduit du sol avec succès depuis des années. Beaucoup de paysannes et paysans se sont familiarisés avec ce système et l'ont adopté progressivement, en commençant par des applications

simples. Aujourd'hui, les systèmes mis en place sont modulables dans lequel la charrue n'est utilisée que lorsque cela semble judicieux, par exemple pour la labourer une prairie temporaire, avant des cultures exigeantes ou en cas de forte présence d'adventices problématiques. Ces systèmes, dans lesquels un travail réduit du sol et l'utilisation de la charrue traditionnelle se complètent, sont appelés «systèmes flexibles».

Exemple pratique 3

Agir de manière optimale en fonction de la situation grâce à un système flexible

» Nous exploitons une ferme biologique de 62 hectares à Bätterkinden (BE). Outre la culture, nous élevons 2000 poules pondeuses et 16 vaches allaitantes. L'exploitation comprend également 1 hectare de cerisiers de table et 180 noyers. Nous détenons environ 1,6 unité de gros bétail par hectare de surface fertilisable.

Les sols sont très variés: caillouteux, sableux, humifères ou encore argileux. Nous devons donc faire preuve de flexibilité dans le travail du sol.

Une meilleure fertilité des sols grâce à un travail réduit avec des outils traînés

Le travail réduit du sol est pour nous un élément important pour préserver la fertilité du sol. L'amélioration de la structure du sol, associée aux résidus de récolte en surface, offre une bonne protection contre l'érosion et la batteuse. Le travail réduit du sol nécessite généralement moins d'efforts.

Dans la mesure du possible, nous travaillons le sol avec des outils traînés. Diverses coopératives d'utilisation de machines mettent à notre disposition une grande variété d'outils tels que des houes rotatives à étoiles, des herses à dents flexibles et des herses à disques. Le labour de prairies temporaires est effectué avec une charrue Onland. Grâce à ce large choix, nous pouvons sélectionner l'outil le mieux adapté à chaque situation. Ce type de coopération nous offre la flexibilité nécessaire.



Dans les cultures sarclées, la charrue à billons permet d'effectuer le travail du sol, les semis et le désherbage à l'aide d'un seul outil.

Utilisation de la charrue selon les besoins

Malgré tous les avantages du travail réduit du sol, il existe dans notre exploitation des situations où la charrue a sa raison d'être. Pour nous, il est important de pouvoir travailler le sol de manière flexible et non selon des principes rigides.

Après plusieurs années de semis sous litière avec des outils traînés, les sols argileux lourds sont plus faciles à travailler. Cependant, après plusieurs années humides, les graminées peuvent devenir un problème. Dans de telles situations, nous utilisons la charrue de manière exceptionnelle.

Forts de notre expérience positive avec les outils de travail du sol traînés, nous avons décidé en 2024 d'acheter une charrue à billons pour la culture en buttes des sarclées. Cet outil nous permet d'effectuer le travail du sol de base, les semis et le désherbage. Les premières expériences sont positives en termes de croissance des racines et de structure du sol. Jusqu'à présent, nous cultivons encore les céréales de manière conventionnelle, en surface.

Nous souhaitons poursuivre dans la voie du travail réduit du sol tout en obtenant un bon rapport effort/rendement, en conservant une structure du sol intacte tout au long de la rotation des cultures et en maintenant les adventices à un niveau acceptable.

Adrian Kuchel, Bio Chratte, Bätterkinden BE

Plus d'informations

Publications

Dossier «Les principes de la fertilité des sols»: boutique.fibl.org > [1587](#)

Fiche technique «Les cultures intermédiaires en grandes cultures et en maraîchage biologiques»: boutique.fibl.org > [1169](#)

Faits et chiffres «Sol et climat: Impact sur le climat de l'exploitation biologique des sols»: boutique.fibl.org > [1182](#)

Fiche technique «Protection des sols et rotation des cultures. Exigences de Bio Suisse et exemples de mise en œuvre»: boutique.fibl.org > [1319](#)

Fiche technique «Gestion de l'humus. Humification – maintenir et améliorer la fertilité du sol»: boutique.fibl.org > [1315](#)

Agripedia > Thèmes > Grandes cultures > [Techniques culturelles préservant le sol](#)

Vidéos (sélection)

Régulation des adventices à rhizome avec une charrue déchaumeuse ou un cultivateur (2016)
youtube.com > FiBLFilm > [Adventices](#)

Démo de machines: destruction d'une prairie par un travail réduit du sol (2016)
youtube.com > FiBLFilm > [Travail réduit du sol](#)

Le test à la bêche – Évaluation du sol sur le terrain (2016)
youtube.com > FiBLFilm > [Test à la bêche](#)

Démonstration de charrues déchaumeuses (2013)
youtube.com > FiBLFilm > [Charrues déchaumeuses](#)

Glyphomulch et Geohobel: Deux machines pour incorporer les engrains verts (2015)
youtube.com > FiBLFilm > [Geohobel](#)

Incorporation d'un engrais vert à l'aide de fraises et d'outils traînés (2019) (allemand, avec sous-titres)
youtube.com > FiBLFilm > [Einarbeiten Gründüngung](#)

Les éléments de l'agriculture régénérative expliqués par Friedrich Wenz lors de la journée de l'agriculture biologique (2021) (allemand, avec sous-titres)
youtube.com > FiBLFilm > [Regenerative Landwirtschaft](#)

Labour des engrains verts – Quelle machine convient à mon exploitation? (2017) (allemand, avec sous-titres)
youtube.com > FiBLFilm > [Umbruch Gründüngungen](#)

Site web



BIO Actualites.ch

bioactualites.ch > Cultures > Grandes cultures >
[Travail du sol](#)

Le site web fournit également des informations sur les essais pratiques et expérimentaux du FiBL.

Impressum

Institution éditrice

Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL
Ackerstrasse 113, case postale 219, 5070 Frick, Suisse
Tél. +41 (0)62 865 72 72, info.suisse@fibl.org, fibl.org

Auteurs: Hansueli Dierauer, Meike Grosse (tous deux du FiBL)

Collaboration: Daniel Böhler, Maike Krauss, Jeremias Niggli, Andrea Steinegger (tous du FiBL)

Relecture: Raphaël Charles (FiBL)

Rédaction: Gilles Weidmann (FiBL)

Traduction: Traduit par DeepL, janvier 2026, révisé par Raphaël Charles et Gilles Weidmann

Maquette: Sandra Walti (FiBL)

Photos: Thomas Alföldi (FiBL): pages 2, 4, 6, 17(2), 27(1); Amazonen Werke, DE: p. 25(1), 29(2); Daniel Böhler (FiBL): p. 18, 28 (2); Hanspeter Breiter: p. 20; Hansueli Dierauer (FiBL): p. 1, 3 (4), 5, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17 (1), 19, 22, 24, 26, 27 (1), 29 (1); Meike Grosse (FiBL): p. 30; Django Hegglin: p. 28 (1); Imants BV: p. 25 (2); Adrian Knuchel: p. 31

FiBL n° d'article 1844

Permalink: orgrprints.org/id/eprint/56628

Citation recommandée: Dierauer H. & Grosse M., Travail réduit du sol. Protection des fonctions du sol pour une meilleure résilience climatique (2026). Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, Frick. Sous: boutique.fibl.org.

Financement: La fiche technique a été élaborée dans le cadre du projet KLIMACrops (stratégies d'adaptation des grandes cultures au changement climatique et leur contribution à son atténuation sur le territoire du Rhin Supérieur) avec le cofinancement du programme Interreg Rhin supérieur et le soutien de l'Union européenne à partir des fonds du Fonds européen de développement régional (FEDER), Interreg VI, des cantons suisses de Bâle-Campagne, Bâle-Ville, Soleure et Argovie, ainsi que de la Regio Basiliensis, et dans le cadre du projet NBSOIL (Nature-Based Solutions for Soil Management) avec le soutien de la Commission européenne, du Secrétariat d'État suisse à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) et de UK Research and Innovation (UKRI).



Project funded by

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Research Executive Agency (REA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



UK Research and Innovation

This work has received funding from the UK Research and Innovation (UKRI) under the UK government's Horizon Europe funding guarantee grant number 10081997.

Les informations contenues dans cette fiche technique reposent sur les meilleures connaissances et sur l'expérience des spécialistes impliqués dans sa réalisation. Malgré tout le soin apporté, des erreurs et des imprécisions ne peuvent être exclues. Les auteures et l'éditeur ne sauraient donc être tenus responsables de quelque inexacitude dans le contenu ou d'éventuels dommages consécutifs au suivi des recommandations.

2026 © FiBL

Pour des informations détaillées sur les droits d'auteur, voir fibl.org/fr/copyright