



Valeur relative du précédent cultural

Source : adapté de Rotation des cultures en terres assolées (4^e édition), Jeangros et Courvoisier, Agroscope et Agridea, Recherche agronomique Suisse, Juillet-Août 2019

Table with columns for 'Culture envisagée' (BLÉ, ORGE, AVOINE, SEIGLE, ÉPEAUTRE, TRITICALE, AMIDONNIER, MAÏS, SORGHO, PDT, BETTERAVE, COLZA, TOURNESOL, CHANVRE, LIN, POIS, FEVE-ROLE, SOJA, LUPIN, TABAC, PRAIRIE TEMP., LUZERNE, ENDIVE, CAROTTE, OIGNON) and rows for 'Culture précédente' (autome, printemps). Includes 'MALADIES, RAVAGEURS ET ADVENTICES' and 'REMARQUES' columns.

Très bon Bon Moyen Mauvais Contre-indiqué Semis généralement impossible pour des raisons de «calendrier» des cultures Semis possible en cas de récolte suffisamment précoce de la culture précédente

* Pour les cultures de printemps, une culture intermédiaire est recommandée (voir fiches techniques 15.13-14)

1 Avec mesures de préservation du sol 2 Comme seconde culture, selon durée de la période de végétation 3 Voir aussi fiches techniques particulières de l'Union maraîchère suisse 4-9 Voir remarque 10 En pratique ne se fait pas. Généralement la prairie reste en place



Part maximale des cultures

Part maximale, selon les exigences PER, dans la rotation et intervalle correspondant entre deux cultures de la même famille.

Cultures	Part maximale (%) Terres assolées	Intervalle ¹
Céréales		
Céréales (sans maïs, avoine, millet, sorgho et riz)	66	1/3
Blé ou épeautre ou triticale (culture seule)	50	1/2
Blé + épeautre ou triticale (cumulés)	50	1/2
Avoine	25	3/4
Millet, sorgho, riz	33	2/3
Sarclées		
Maïs ² sans mesures de préservation du sol	40	3/5
Maïs ² avec mesures de préservation du sol	50	1/2
Maïs-prairie ²	60	2/5
Pomme de terre	25	3/4
Betterave	25	3/4
Colza	25	3/4
Tournesol	25	3/4
Colza + tournesol cumulés	33	2/3
Chanvre	25	2/3
Lin	25	2/3
Pois protéagineux	15	6/7
Féverole	25	3/4
Soja	25	3/4
Lupin	25	3/4
Légumineuse + céréale	Compte comme la légumineuse seule ³	
Tabac Virginie	25	3/4
Tabac Burley	25	3/4
Cultures maraîchères⁴		
Endive	28	5/7
Carotte	42	4/7
Oignon	28	5/7
Cultures spéciales et généralités		
Couverts végétaux, plantes compagnes, plante-relais, etc.	Attention à la composition des mélanges. Se référer aux fiches techniques AGRIDEA 15.13-14.	

¹ L'intervalle représente le nombre d'années d'absence de la culture dans une parcelle sur un nombre d'années données. Par exemple pour des céréales, 1/3 signifie 1 année d'absence de céréales sur une succession de trois ans. La succession de cultures peut être la suivante : blé - orge - autre espèce.

² Si présence de Chrysomèle, maïs après maïs interdit.

³ Par exemple, pois-orge compte comme pois seul.

⁴ Adapté à partir des règles de l'Union maraîchère suisse.

Lexique

- Sole : Surface définie portant la même succession de culture
- Assolement : répartition spatiale des cultures sur un domaine
- Rotation : ordre de succession des cultures, dans le temps, sur une parcelle ou sur un groupe de parcelles (sole)
- Terres assolées : surface des terres ouvertes et des prairies temporaires
- Terres ouvertes : surface des terres occupées par les grandes cultures (céréales et sarclées) et les cultures maraîchères, sans les prairies temporaires.

Gestion des adventices sur l'ensemble de la rotation

- Alternier cultures d'hiver/printemps, de céréales/sarclées
- Gérer des adventices dans l'interculture : déchaumage, couvert végétal ou faux-semis
- Introduire de la prairie temporaire favorise la lutte contre les graminées
- Le labour permet de diminuer le stock grainier de certaines adventices (voir FT 20.01-02)

Rapport en prairie temporaire (PT) et terre assolée (TA)

Le rapport entre la PT et la TA détermine :

- La durée de la rotation
- La durée de la PT
- Le nombre de soles
- La surface moyenne des soles

Exemple : dans le cas d'une exploitation de 30 ha, qui selon le calcul de la surface nécessaire en PT a besoin de 10 ha de PT pour couvrir les besoins en affouragement :

Il est possible d'avoir les durées de PT et de rotation suivantes :

Durée PT	Durée rotation
En année	
1	3
2	6
3	9

L'exploitant, ayant aussi d'autres objectifs de production choisi la variante avec une durée de rotation de 6 ans et une durée de PT de 2 ans. Il lui faut donc compléter sa rotation avec 4 autres cultures.

Les surfaces de ces soles sont, toujours dans l'exemple, de 30 ha (total terres assolées)/6 ans de rotation = 5 ha.

Cela reste un cas théorique. La rotation est à adapter :

- Aux contraintes de l'exploitation
- A l'environnement, au contexte de travail
- Aux conditions et opportunités du marché

Aptitudes et exigences des espèces en grandes cultures

Source : adapté de Rotation des cultures en terres assolées (4^e édition), Jeangros et Courvoisier, Agroscope et Agridea, Recherche agronomique Suisse, Juillet-Août 2019

	Altitude ¹ Culture possible jusqu'à (m)	pH du sol optimal					Type de sol préféré			Résistance au sec ²
		4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	Léger	Moyen	Lourd	
Blé d'automne	900									Ø
Blé de printemps	900									-
Orge d'automne	800									+
Orge de printemps	1200									-
Avoine d'automne	500									Ø
Avoine de printemps	900									-
Seigle d'automne	1900									+
Épeautre	1400									Ø
Triticale d'automne	800									Ø
Triticale de printemps	900									-
Amidonnier	1900									Ø
Maïs grain	600									-
Maïs ensilage	900									-
Sorgho grain	500									+
Sorgho ensilage	700									+
Pomme de terre	1500									-
Betterave (sucrière ou fourragère)	1000									Ø
Colza d'automne	800									Ø
Colza de printemps	800									-
Tournesol	700									-
Chanvre	1000									-
Lin oléagineux	800									Ø
Lin à fibre	1500									Ø
Pois protéagineux d'automne	600									Ø
Pois protéagineux de printemps	1200									-
Féverole d'automne	600									Ø
Féverole de printemps	700									-
Soja	500									-
Lupin	600									Ø
Tabac	700									-
Luzerne	1400									+
Prairie temporaire (selon composition)	1500									Ø
Endive	700									-
Carotte	500									-
Oignon	500									-

¹ L'exposition de la parcelle joue aussi un rôle important.

² La réaction de la culture dépend aussi de son stade de développement au moment où survient un manque d'eau.

+ Bonne Ø Moyenne - Mauvaise

Assurer une surface suffisante pour l'affouragement du bétail

Quels sont les besoins en surface de prairie temporaire (PT) nécessaire pour assurer l'affouragement du bétail ?

→ Il faut, selon le plan d'affouragement, totaliser les besoins en fourrage, soustraire les différentes sources de fourrage, puis déterminer la surface en fonction des rendements attendus, soit :

Besoin total en fourrage (MS)

- Production des prairies permanentes
 - Quantité de fourrage de base hors exploitation (alpage, ...)
 - Fourrage de base produit par les cultures fourragères (maïs, betterave, ...)
 - Fourrage produit par les dérobées
 - Achat de fourrage (foin, pulpe, ...)
- = Besoin à couvrir par les PT

Besoin à couvrir par les PT/rendement PT (dt MS/ha)





= **Surface nécessaire en PT (ha)**

Indications générales pour le travail du sol

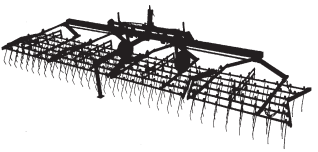
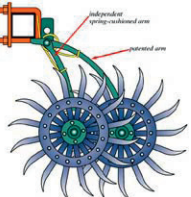
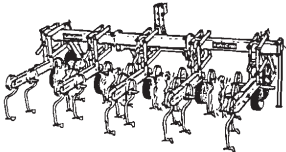

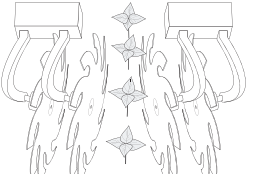
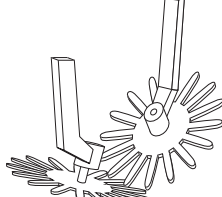

- Une bonne structure du sol permet de renoncer à un ameublissement en profondeur.
- Ne travailler le sol que s'il est ressuyé, afin de ménager sa structure.
- Munir le tracteur de pneus larges et/ou de roues jumelées à l'avant et à l'arrière.
- Une pression de pneu modérée permet de limiter le patinage et le tassement du sol.

Remarque:

L'évolution des techniques agricoles et la réflexion sur la réduction des coûts de production incitent les agriculteurs à réduire le travail du sol (semis sous litière, semis en bandes et semis direct). Mais le passage à l'agriculture de conservation ne doit pas se faire dans la précipitation, il doit se réfléchir à l'échelle de l'exploitation et intégrer toute la rotation.

	Travail du sol avec labour	Semis sous litière	Semis en bandes (bandes fraisées ou strip-till)	Semis direct
				
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Retournement du sol: 10 à 25 cm • Incorporation des résidus de récolte et des engrais de ferme 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de retournement • Travail du sol, en un ou plusieurs passages sur toute la surface de manière superficielle • Ameublissement jusqu'à 10-15 cm • Mélange partiel des résidus de récolte et des engrais de ferme avec le sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Travail du sol sur maximum 50% de la surface du sol avant ou pendant le semis • Ameublissement de 10 à 20 cm de profondeur sur la ligne de semis • La matière organique reste principalement en surface 	<ul style="list-style-type: none"> • Travail du sol sur maximum 25% de la surface du sol au semis • La matière organique reste en surface
Mise en application	<ul style="list-style-type: none"> • Sur tous types de sols • Le procédé le moins risqué en sols lourds et imperméables • Mesure d'assainissement à court terme sur sols superficiellement tassés ou infestés d'adventices 	<ul style="list-style-type: none"> • Sur tous types de sols • Sur sols imperméables, risques de baisse de rendements • Si constatation d'une zone de tassement, descendre 5 à 10 cm en dessous de cette zone 	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les types de sols • Travail du sol en 1 ou 2 passages • Pour le colza, il est possible de combiner le passage du strip-till avec le semis, mais à éviter en cultures de printemps • Interlignes standards de 40 à 80 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite quelques années d'adaptation • Pas adapté aux sols compactés • Assez bonne structure du sol au départ nécessaire • Le semis direct permet une couverture quasi permanente des sols si il est appliqué à toute la rotation • Bonne gestion de la rotation et des couverts végétaux indispensable
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Suppression efficace des adventices, des maladies et des ravageurs (ex. pyrale) • Efficace pour réduire la pression des graminées et vivaces • Pas de bourrage lors de la préparation du lit de semence ou du semis • Permet un ressuyage rapide du sol (avantageux surtout au printemps) • Lutte mécanique possible 	<ul style="list-style-type: none"> • Suppression des adventices présentes • Permet un lit de semences suffisamment préparé pour avoir un bon contact graines-sol • Avec la présence de résidus en surface, réduction partielle du risque d'érosion • Lutte mécanique généralement possible 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservation de la portance du sol sur l'interrang • Occupation de l'interligne par des résidus de cultures ou un couvert vivant • Bon moyen de lutte contre l'érosion • Permet de réduire le travail du sol tout en sécurisant l'implantation 	<ul style="list-style-type: none"> • Améliore la structure du sol à long terme • Améliore le bilan hydrique • Meilleure protection contre l'érosion • Bonne portance du sol • Diminution de la consommation de carburant
Limites	<ul style="list-style-type: none"> • Dans les terres humifères, le labour accélère la perte de matière organique (MO) • Structure du sol perturbée, semelle de labour 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'augmenter très fortement la densité des adventices au m² (graminées) • Risque de limaces 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'augmenter fortement les graminées et vivaces • Risque de limaces 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'augmenter fortement les graminées et vivaces • Eventuellement utilisation plus intensive d'herbicides • Risque de limaces • Réchauffement plus lent du sol, démarrage plus tardif de la culture • En sol lourd ou humide, la ligne de semis peut rester ouverte
Cultures	<ul style="list-style-type: none"> • Adapté à toutes les cultures 	<ul style="list-style-type: none"> • Adapté à toutes les cultures 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultures de printemps à écartement large (Maïs, betteraves, tournesol, soja, ...) • Colza (bon développement du pivot) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bien adapté aux céréales et aux prairies temporaires • Les autres cultures ont des contraintes plus élevées (pomme de terre et tournesol)
Ressuyage et réchauffement du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Rapide grâce à une surface grumeleuse, une aération intense et une absence de couverture de paille ou débris végétaux (ombre, isolation) 	<ul style="list-style-type: none"> • Un peu plus lent que le labour et plus rapide qu'en semis direct à cause de la couverture de mulch 	<ul style="list-style-type: none"> • < 20% d'argile, un seul passage de strip-till 5 à 20 jours avant le semis • > 20% d'argile, un passage supplémentaire peut être utile en été ou en automne 	<ul style="list-style-type: none"> • Couche de paille (= matelas isolant) et surface du sol lisse et non travaillée: réchauffement et ressuyage lent → levée de la culture et minéralisation de l'azote retardées
Semis	<ul style="list-style-type: none"> • Semoir conventionnel avec herse rotative, à dent ou vibroculteur pour affiner le lit de semence 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des outils à dents ou à disques • Peut s'effectuer en simultané avec le travail du sol → économie de passages 	<ul style="list-style-type: none"> • Exclusivement un semoir monograine à écartement large • En strip-till: de préférence équiper le semoir de bons chasse-débris pour éliminer d'éventuels résidus végétaux restés sur la ligne 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite un semoir spécifique à disques ou à dents • Possibilité de mettre de la pression sur les éléments semeurs (semoirs à disques) jusqu'à 200 kg/soc • Attendre que le sol soit bien ressuyé (5 à 10 cm)
Apports d'engrais de ferme	<ul style="list-style-type: none"> • Faibles pertes d'ammoniac lors des apports immédiatement avant labour • Mauvaise dégradation du fumier si enfoui trop profondément • Apport d'engrais de ferme: risque de tassement si mauvais rappuyage du sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité d'incorporation superficielle du fumier => faibles pertes d'ammoniac • Apport d'engrais de ferme sur culture: risque de tassement si mauvais rappuyage du sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne portance du sol • Certains systèmes de semis en bandes permettent d'incorporer du lisier → faibles pertes d'ammoniac • Possibilité d'apporter du fumier en plein, mais de préférence composté 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne portance du sol • Apports modérés de fumier
Fumure azotée minérale	<ul style="list-style-type: none"> • Fractionnement selon recommandations officielles, voir chapitre 19 FT 	<ul style="list-style-type: none"> • Fractionnement selon recommandations officielles, voir chapitre 19 FT 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité de localiser un engrais (DAP, surpertriple) proche de la ligne de semis 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la part d'azote épandue en début de culture, la réduire en fin de culture
Désherbage mécanique	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de risque de bourrage 	<ul style="list-style-type: none"> • En cas de débris végétaux importants, risque de bourrage des sarcleuses et herse étrilles • Houe rotative à privilégier 	<ul style="list-style-type: none"> • Désherbage mécanique difficile 	<ul style="list-style-type: none"> • Désherbage mécanique difficile
Lutte chimique	<ul style="list-style-type: none"> • Un assortiment d'herbicides adapté est à disposition (pré et postlevée) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les herbicides racinaires peuvent perdre de leur efficacité par la présence de mulch en surface 	<ul style="list-style-type: none"> • Les herbicides racinaires peuvent perdre de leur efficacité par la présence de mulch en surface • Possibilité de traiter uniquement sur le rang, si on souhaite conserver le couvert dans l'interrang 	<ul style="list-style-type: none"> • Les herbicides racinaires peuvent perdre de leur efficacité par la présence de mulch en surface



Type	 Herse étrille	 Houe rotative	 Sarcluse à pattes d'oie (socs)	 Sarcluse à dents de vibroculteur	 Sarcluse étoile	 Sarcluse à doigts	 Etrille rotative
Utilisation possible	Toutes les grandes cultures	Toutes les grandes cultures sauf pomme de terre	Toutes les grandes cultures avec écartement adapté		Toutes les grandes cultures sauf céréales	Toutes les grandes cultures sauf céréales, améliore l'action sur la ligne	Toutes les grandes cultures sauf pomme de terre
Fonctionnement	Recouvre, arrache	Arrache, secoue	Coupe et recouvre	Coupe arrache et recouvre	Arrache, recouvre	Arrache, recouvre	Arrache, secoue
Effet sur la structure du sol	Ameublissement superficiel	Décroule, ameublissement jusqu'à 2-4 cm	Ameublissement de 3 à 5 cm	Aère, ameublissement jusqu'à 2-4 cm	Ameublissement jusqu'à 5 cm	Ameublissement superficiel	Ameublissement superficiel
Adaptation au sol	<ul style="list-style-type: none"> Bonne sur structure fine à moyenne, sans grosses mottes ni touffes d'herbe Faible sur sols compactés 	Travaille mal dans les courbes et sur les bosses	<ul style="list-style-type: none"> Bonne grâce à la fixation sur parallélogramme Assez tolérante par rapport aux pierres et aux mottes 	<ul style="list-style-type: none"> Bonne grâce à la fixation sur parallélogramme. Très tolérante par rapport aux pierres et aux mottes 	Bonne. La machine rebondit sur terrains pierreux	Bonne, en combinaison avec la sarcluse à socs ou à dents de vibroculteur	<ul style="list-style-type: none"> Bonne sur structure fine à moyenne, sans grosses mottes ni touffes d'herbe Faible sur sols compactés
Minéralisation	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Elevée	Faible	Faible
Incorporation des engrais	Moyenne	Moyenne	Bonne	Bonne	Bonne	–	Moyenne
Ecartement des lignes	Indépendant des lignes		<ul style="list-style-type: none"> En général, 30 à 80 cm Au minimum 16 cm 	De 30 à 80 cm	Minimum 40 cm, le plus souvent 50 ou 75 cm	<ul style="list-style-type: none"> 30 cm petits disques 50 cm grands disques 	Indépendant des lignes
Efficacité sur la ligne	Oui	Oui	Non, sauf par buttage selon la forme du soc et la vitesse	Non	Oui, buttage grâce à l'inclinaison des étoiles	Oui	Oui
Efficacité selon le stade, l'enracinement des adventices et l'état du sol	<ul style="list-style-type: none"> Efficace contre les adventices peu enracinées jusqu'au stade 2 feuilles Pas d'effet sur les adventices bien enracinées 	<ul style="list-style-type: none"> Efficace sur les adventices entre le stade fil blanc à 2 feuilles Pas d'effet sur les adventices bien enracinées 	<ul style="list-style-type: none"> Efficace contre les adventices (aussi graminées) jusqu'au stade 4 feuilles, ensuite l'efficacité diminue Effet freinant sur les vivaces 	<ul style="list-style-type: none"> Efficace contre les adventices jusqu'au stade 4 feuilles Peu efficace sur graminées adultes (millets) et adventices à rhizomes 	<ul style="list-style-type: none"> Efficace contre les adventices jusqu'à 2 feuilles Effet insuffisant sur sols durs et contre adventices bien enracinées 	<ul style="list-style-type: none"> Efficace contre les adventices peu enracinées jusqu'au stade 2 feuilles Pas d'effet sur les adventices bien enracinées 	
Risque de dégâts sur la culture	Moyen, effet râteau possible	Faible	Faible, disques ou tôles de protection conseillés		Faible	Moyen, élevé si mauvais réglage	Faible
Matériel	<ul style="list-style-type: none"> Outil à usages multiples Occasionne peu de frais Pas d'adaptation aux différentes interlignes Emploi sans risque en prélevée, avec précaution en postlevée 	<ul style="list-style-type: none"> Machine lourde; ensemble de roues dentées tous les 8-10 cm, montées sur un cadre rigide sur une suspension à ressort 	<ul style="list-style-type: none"> Simple, léger; maniable et flexible L'adaptation à différents écartements prend beaucoup de temps En attelage arrière une personne est nécessaire pour le guidage ou autoguidage 	<ul style="list-style-type: none"> Machine lourde Mode d'action réglable: buttage et débarrassage L'adaptation à différents écartements prend beaucoup de temps En attelage arrière une personne est nécessaire pour le guidage ou autoguidage 	<ul style="list-style-type: none"> Outil simple, léger, maniable L'adaptation à plusieurs écartements exige beaucoup de temps 	<ul style="list-style-type: none"> Outil à usages multiples Peut s'utiliser avec précaution en postlevée précoce. 	
Largeur de travail (m)	9 12 18	3 6	3 4,5 6	3 4,5 6	3 4,5 6	3 6	3 6 12
Plage de vitesse	3 à 15 km/h (calcul à 9 km/h)	6 à 15 km/h (calcul à 12 km/h)	3 à 10 km/h (calcul à 6 km/h)	3 à 10 km/h (calcul 6 à km/h)	3 à 10 km/h (calcul à 6 km/h)	3 à 8 km/h (calcul à 6 km/h)	3 à 10 km/h (calcul à 8 km/h)
Capacité de travail max. (ha/h) à vitesse moyenne (km/h)	8,1 ha/h 10,8 ha/h 16,2 ha/h	3,6 ha/h 7,2 ha/h	1,8 ha/h 2,7 ha/h 3,6 ha/h	1,8 ha/h 2,7 ha/h 3,6 ha/h	1,8 ha/h 2,7 ha/h 3,6 ha/h	1,8 ha/h 3,6 ha/h	2,4 ha/h 4,8 ha/h 9,6 ha/h
Puissance minimum (CV) à vitesse moyenne	70 100 120	45 90	40 75 100	40 75 100	70 80 100	45 80	35 65 95
Prix moyen	13 500 17 000 25 000	8 000 15 000	7 500 13 500 20 000	5 500 11 500 16 500	9 000 15 000 18 000	5 500 15 000	10 500 21 000 44 000



Conseil: pour cibler l'utilisation de la herse étrille ou de la houe rotative, engagées à un stade très précoce du développement des adventices, la pose d'une vitre à même le sol permettra d'observer la levée des premières adventices. Stade optimal pour intervenir: apparition des 1^{ers} cotylédons sous la vitre.



Guidage frontal

Sarcluse fixée à l'avant du tracteur qui permet au chauffeur d'adapter la trajectoire en même temps qu'il conduit.

- Matériel spécifique recommandé pour les grandes surfaces.
- Bien adapté pour les parcelles planes et rectilignes.
- Adapté à toutes les cultures.
- Précision de $\pm 5-10$ cm.
- Nécessite de disposer d'un équipement effaceur de traces à l'arrière du tracteur.
- Déport important dans les courbes et risques de destruction des plantes cultivées.
- Système ergonomique pour le chauffeur.
- Bonne vision sur le travail effectué.
- Vitesse de travail de 5 à 10 km/h, dépendant du niveau de précision souhaité et du stade de la culture.



Sarcluse frontale

Guidage par caméra

Le guidage de la sarcluse est effectué par l'intermédiaire d'une caméra qui suit le ou les rangs de culture. En fonction des cultures et des besoins de précision, le positionnement de la caméra doit être adapté.

- Adapté pour de grandes surfaces et les parcelles régulières (sensibilité aux parcelles en dévers et irrégulières).
- Adapté à toutes cultures, sauf les cultures hautes à feuillage irrégulier, les cultures très sales ou les cultures s'orientant vers le soleil (tournesols).
- Sensibilité aux taches de mauvaises herbes et aux dévers.
- Utilisable dès le stade cotylédons.
- Précision de $\pm 2-3$ cm.
- Système indépendant de la structure du sol.
- Nécessite d'avoir une culture régulière et compacte.
- Indépendance vis-à-vis du développement de la culture.
- Possibilité de sarcler en condition nocturne suivant le modèle choisi.
- Possibilité de travailler de grandes surfaces en peu de temps.
- Guidage exigeant peu d'attention du chauffeur.
- Système sensible à l'humidité et aux chocs.
- Nécessite un réglage régulier.
- Vitesse de travail de 5 à 15 km/h en fonction du type et du stade de la culture.
- Coût d'acquisition élevé.
- Pour optimiser son utilisation, ce système peut être couplé au guidage par GPS.



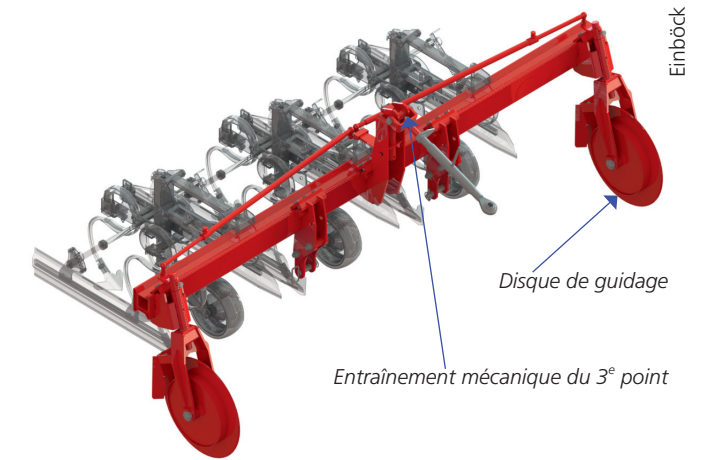
Sarclage de céréales guidé par caméra

Guidage mécanique (ou guidage automatique)

Permet de corriger automatiquement le déplacement de l'essieu du tracteur, en maintenant la bineuse toujours alignée à l'attelage du troisième point. Un disque placé dans l'axe du tracteur permet de mieux suivre le tracteur et réduit le déport de la machine dans les courbes et dans les pentes.

Le guidage se fait par des coutres stabilisateurs de forme circulaire qui permettent à la sarcluse de suivre parfaitement le tracteur. Les 2 disques permettent à la bineuse d'être constamment centrée par rapport au tracteur.

- Adapté pour les cultures peu sensibles au recouvrement de terre, comme maïs, tournesol.
- Bien adapté pour les parcelles courbes et en pente.
- Précision de 10 à 15 cm.
- La machine est bien stabilisée et ne saute pas, même à vitesse élevée.
- Permet des vitesses de travail élevées (de 6 à 10 km/h).
- Système mécanique nécessitant peu d'entretien.
- Efficacité intéressante pour un prix abordable.
- Pour optimiser son utilisation, ce système peut être couplé au guidage par GPS.



Guidage par GPS

Un dispositif GNSS (Global Navigation Satellite System) (GPS, GLONASS, Galileo, Beidou) positionné sur le tracteur permet de localiser les lignes de cultures et de guider le tracteur lors des opérations de sarclage.

Le tracteur et la sarcluse sont contrôlés par un ordinateur embarqué.

- Système limité aux cultures mises en place par GPS et dont les données ont été enregistrées et conservées.
- Adapté à de nombreuses situations.
- Adapté à toutes les cultures.
- Utilisable dès la levée de la culture.
- Précision de sarclage dépendant de la précision du GPS : 10 à 30 cm avec un signal gratuit (EGNOS); 30 cm n'est pas suffisamment précis. D'autres systèmes plus précis existent.
- Possibilité de sarcler en condition de mauvaise visibilité (brouillard, crépuscule, nuit) selon le modèle.
- Demande de l'exercice pour se familiariser avec le fonctionnement.
- Travail peu pénible.
- Vitesse de travail de 4 à 15 km/h.
- Les entrepreneurs s'équipent de plus en plus de systèmes GPS/GNSS. Ils doivent effectuer le semis de la parcelle avec le système pour pouvoir y faire le sarclage.



Ordinateur embarqué



«Nous n'héritons pas la terre de nos ancêtres, nous l'empruntons à nos enfants».

(proverbe amérindien)

Le sol est un milieu vivant, à la base de toute production agricole. Il existe une grande diversité de types de sols¹, montrant chacun des forces et des faiblesses d'un point de vue agronomique, ce qui requiert une utilisation différenciée. Seul celui qui connaît ses sols et leurs réactions aux interventions culturales peut mieux les préserver du compactage et de l'érosion.

Buts de cette fiche :

- connaître les critères d'évaluation du potentiel agricole des sols (voir fiche 1.13).
- mieux connaître la diversité des sols et leur utilisation adéquate (voir fiches 1.14 et 1.15)

Mise en garde : les sols présentés illustrent quelques types que l'on rencontre en Suisse. Les recommandations culturales ne peuvent être généralisées, car l'épaisseur des couches et la texture peuvent fortement varier pour un même type de sol.

Comment observer un sol ?

- **Profil de sol :** creuser une fosse au moins jusqu'à la limite inférieure de l'enracinement → appréciation de la structuration en couches.

ou

- **Tarière** → profil de sol simplifié.
- **Test à la bêche :** max 50 cm → évaluation de la structure



Les principaux critères d'évaluation du potentiel agricole d'un sol sont :

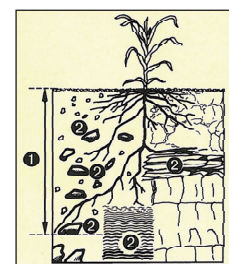
1. **le régime hydrique, et par conséquent l'aération.**

Trois grands groupes peuvent être définis :

- **les sols normalement perméables, bien aérés :** peu ou pas de signes de «mouillure» (par ex. sols bruns). Voir fiche 1.14 ;
- **les sols peu perméables, marqués par un excès d'eau temporaire, insuffisamment aérés :** engorgement temporaire dû à la présence de zones compactes dans la rhizosphère (par ex. pseudogley). Voir fiche 1.15 à gauche ;
- **les sols marqués par un excès d'eau permanent** dû à la présence d'une nappe de fond ou de pente (par ex. gley et sols tourbeux). Voir fiche 1.15 à droite.

2. **la profondeur utile aux plantes.**

Elle indique le volume disponible pour les racines et renseigne sur le potentiel de réserve en eau et en éléments nutritifs.



Comment déterminer la profondeur utile aux plantes ?

① évaluer la profondeur maximale atteinte par les racines (par ex. 100 cm) ; ② estimer sur la valeur ① la part de sol non utile aux racines : pierres, gravier, sable grossier, couches engorgées d'eau ou compactées (par ex. 25% de pierrosité sur les 100 cm) ; ③ profondeur utile = ① - ② (par ex. : 100 cm moins 25% → 75 cm = « profond »).

③ Classification des sols selon la profondeur utile aux plantes

Superficiel	Jusqu'à 30 cm	Voir fiches 1.14 à droite et 1.15
Assez superficiel	30 à 50 cm	
Modérément profond	50 à 70 cm	Voir fiche 1.14 à gauche
Profond	70 à 100 cm	
Très profond	Plus de 100 cm	

3. **la texture (= proportions d'argile, limon et sable) et la teneur en humus de la couche supérieure :**

- **les sols «moyens» :** texture idéale avec des proportions équilibrées de sable, limon et argile (par ex. limon sableux) ;
- **les sols «lourds» :** riches en argile, difficiles à travailler ;
- **les sols «légers» :** teneur en argile très faible, structure fragile, risques de battance. En pente, sensibles à l'érosion.

En plus des facteurs naturels liés au site, les **pratiques culturales** telles que les drainages, le travail du sol, la fumure et la rotation influencent la qualité des sols agricoles. La stabilité structurale de la couche travaillée est renforcée par une teneur suffisante en humus et en calcium (chaulage).

¹ **Type de sol :** les sols constitués d'une suite similaire d'horizons (couches) sont attribués à un même type de sol (par ex. sols bruns lessivés). Le type de sol est avant tout influencé par la roche mère (moraine, roche calcaire) et la situation topographique (colline, cuvette).

La couche supérieure, c'est-à-dire la partie arable, présente toujours une couleur assez foncée due à la matière organique, l'humus. Plus la couleur du sol est foncée, plus la teneur en matière organique est élevée.

La couche sous-jacente est constituée soit directement de la roche mère (sols peu évolués), soit d'une couche minérale intermédiaire (sols plus évolués). Cette dernière a subi une altération physico-chimique. Si le sol est bien aéré, elle présente une couleur brun-rouille homogène due à la présence de fer oxydé. En revanche, si l'oxygène manque, elle devient grise à bleuâtre.

Source : U. Zihlmann & P. Weisskopf (Agroscope Reckenholz-Tänikon ART) ; M. Müller (HESA Zollikofen).



Sols marqués par une humidité stagnante due à une couche imperméable (pseudogleys).

Généralement riches en argile, compacts et par conséquent mal aérés. Les racines y pénètrent difficilement. Après de fortes précipitations, les racines souffrent de l'eau stagnante et du manque d'oxygène ; en absence de précipitations, la réserve d'eau facilement utilisable par les plantes est vite épuisée. Sur ces «sols minutes», les rendements sont incertains : en conditions humides, ils sont très sensibles au compactage, alors qu'en conditions sèches, ils sont durs et très difficiles à travailler.

Sols marqués par une nappe permanente de fond ou de pente (gleys et sols tourbeux).

Le degré d'hydromorphie est dépendant de la limite supérieure de la nappe et de l'effet des drainages généralement présents. Les taches gris-rouille dans la zone profonde indiquent un manque d'oxygène fréquent. Les sols souvent engorgés devraient être utilisés en production fourragère. En cas de mise en culture, une rotation riche en prairies temporaires est conseillée. A cause de leur difficulté de ressuyage, ces sols sont sensibles au compactage et difficiles à travailler.

	Superficiel	Modérément profond	Modérément profonds	
Description du profil illustré	 Sol sur une terrasse de marne dans le Jura (type : pseudogley). Profondeur d'altération faible, structure compacte. → Superficiel. Texture de la couche supérieure : lourd (argile humifère).	 Sol sur dépôts argileux dans une plaine (ancien fond lacustre, type : pseudogley). Structure compacte, eau stagnante. → Modérément profond. Texture de la couche supérieure : lourd (faiblement humifère, argilo-limoneux).	 Sol drainé sur limon alluvial dans un fond de vallée (type : gley oxydé). Structure compacte, engorgé temporairement. → Modérément profond. Texture de la couche supérieure : lourd (humifère, limon argileux).	 Sol tourbeux (marais), drainé, sur moraine de fond imperméable, dans une cuvette. Engorgement temporaire. → Modérément profond. Texture de la couche supérieure : mi-lourd (limon humifère).
Utilisation	Mal adapté à la culture des champs ; tout au plus céréales d'automne ; rendements herbagers fortement dépendants de la répartition des précipitations.	Peu approprié à la culture des champs ; bonne production herbagère en conditions climatiques favorables et avec des mélanges adaptés ; les prairies temporaires améliorent la structure.	Peu approprié à la culture des champs ; tout au plus céréales d'automne ; pas de cultures à récolte tardive car ces sols sont souvent mouillés en automne et donc peu portants. Les prairies temporaires améliorent la structure.	Bien qu'utilisé fréquemment en cultures maraîchères, pas adapté à la culture des champs de manière durable, puisque le travail du sol favorise la diminution de la couche de tourbe (risque d'engorgement permanent par la nappe) ; utiliser comme prairie, mais pas en pâturage car pas assez résistant au piétinement.
Travail du sol	• Extrêmement difficile à travailler, car lent à se ressuyer et ensuite rapidement trop sec et trop dur ; peu de moments propices au travail du sol, «sols minutes». • Profiter des effets du climat sur la structure (gonflement, rétraction, gel). • Prévenir le compactage par un travail sans labour et peu profond (par ex. semis sous litière).	• Difficile à travailler (se ressue lentement). • Prévenir le compactage par un travail sans labour et peu profond (par ex. semis sous litière).	• Renoncer autant que possible au travail du sol, tout au plus ameublir superficiellement ou pratiquer le semis direct.	
Fertilisation	• Faibles apports d'azote et de purin (garantir l'infiltration). • La fumure organique améliore la teneur en humus et stabilise la structure. • Chaulage rarement nécessaire.	• Apports moyens d'azote et de purin (garantir l'infiltration). • La fumure organique améliore la structure.	• Apports moyens d'azote et de purin. • La fumure organique améliore la structure.	• Apports moyens d'azote et de purin. • Utilisation d'azote modérée puisque libération par la minéralisation de l'humus.
Où ?	Sur des roches mères riches en argile ; pour cette raison, ils sont plus répandus dans le Jura que sur le Plateau suisse. Drainage avec des matériaux facilitant l'infiltration, par ex. graviers.	Présents avant tout dans des dépressions et dans des zones avec des apports d'eau de pente. La couche supérieure est généralement riche en humus anmoorique à tourbeux. Si la couche de tourbe mesure une épaisseur de plus de 40 cm, il s'agit d'un sol tourbeux. En présence de drainage et de travail intensif du sol, l'épaisseur de la tourbe diminue continuellement à cause de la minéralisation de l'humus.		



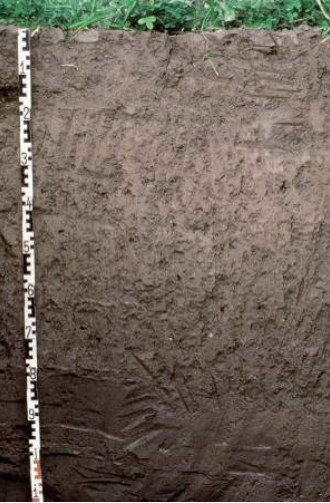



Sols profonds à très profonds avec un grand volume d'enracinement

Bonne aération et bonne perméabilité.

Grande capacité de stockage en eau et en éléments nutritifs.

- Adaptés à une culture des champs intensive.
- Apports réguliers de matière organique pour améliorer l'activité biologique et stabiliser la structure.
- pH à surveiller et à maintenir à un niveau optimal à l'aide de chaulages.
- Risque de lixiviation des nitrates relativement faible.




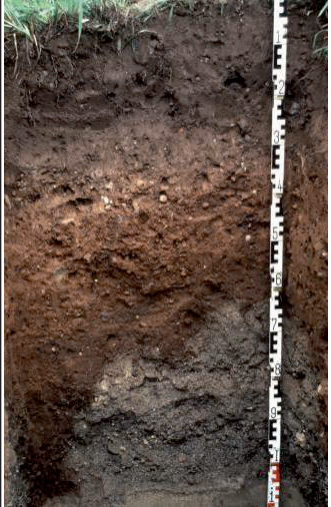
Ils font partie des meilleurs sols agricoles de Suisse (surface d'assolement) et offrent la plus large palette d'utilisation. En raison de leur utilisation intensive, même ces sols sont exposés à un risque de compactage et d'érosion.

	Très profonds	Profonds	Profonds	Profonds
Description du profil illustré				
	Sol sur un dépôt silteux d'une ancienne plaine d'inondation (type: sol brun calcaire alluvial). Texture de la couche supérieure: mi-lourd (faiblement humifère, silt limoneux).	Sol sur une moraine de fond dans une région ondulée (type: sol brun). Texture de la couche supérieure: mi-lourd (faiblement humifère, limon sableux).	Sol dans une plaine de graviers fluvio-glaciaires (type: sol brun lessivé). Texture de la couche supérieure: mi-lourd (faiblement humifère, limon sableux).	Sol sur loess (dépôts éoliens postglaciaires) dans une faible pente (type: sol brun). Texture de la couche supérieure: mi-lourd (faiblement humifère, silt limoneux).
Utilisation	Convient à toutes les cultures. Moins séchant si influencé par une nappe de fond.	Convient à toutes les cultures.	Convient à toutes les cultures.	Convient à toutes les cultures.
Travail du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à travailler. • Sensible au compactage et à la battance (formation de croûte → sarcler). • Techniques culturales simplifiées. • Tendre vers un couvert végétal permanent (culture ou mulch). 	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à travailler. • Adapté à toutes les techniques culturales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à travailler. • Adapté à toutes les techniques culturales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à travailler. • Sensible au compactage et à la battance (formation de croûte → sarcler). • Risques d'érosion même en pente légère. • Techniques culturales simplifiées. • Tendre vers un couvert végétal permanent (culture ou mulch).
Fertilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Apports normaux d'azote et de purin. • Fumure organique: améliore la teneur en humus et stabilise ainsi la structure. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apports normaux d'azote et de purin. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apports normaux d'azote et de purin. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apports normaux d'azote et de purin. • Fumure organique: améliore la teneur en humus et stabilise ainsi la structure du sol.
Où?	Les sols bruns et les sols bruns lessivés profonds sont les terres agricoles les plus répandues en Suisse. Ils sont dominants sur le Plateau suisse dans les plaines à graviers fluvio-glaciaires ainsi que dans les régions morainiques et molassiques. Ils se trouvent aussi sur des dépôts silteux d'anciennes plaines d'inondation ainsi que sur des dépôts de loess.			

Sols superficiels à peu profonds avec un volume d'enracinement faible à moyen

Capacité de rétention d'eau plus faible que les sols profonds → plus sensibles à la sécheresse; potentiel de rendement plus faible (si pas soumis à l'influence d'une nappe de fond, rendements stables assurés seulement en présence de précipitations régulières ou d'irrigation).

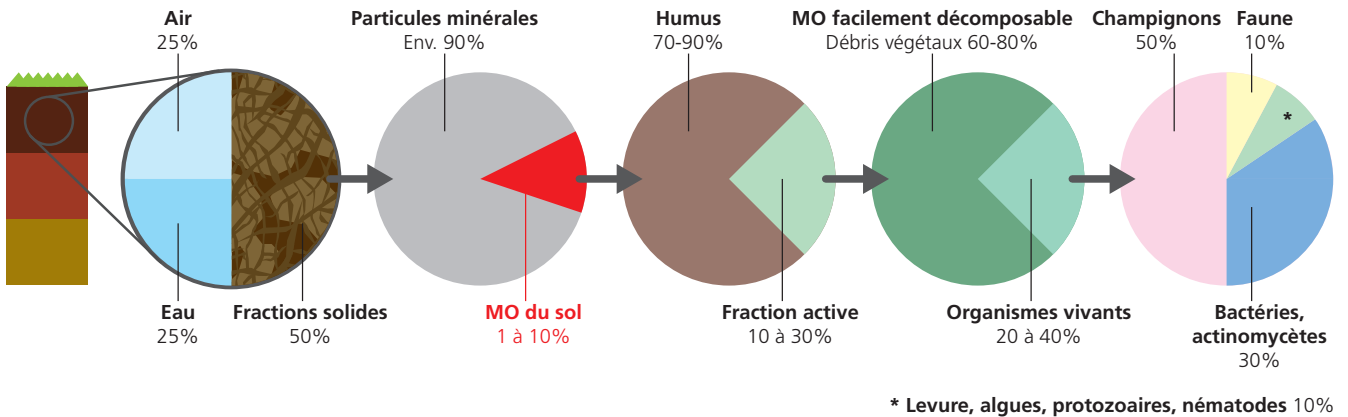
- A cultiver avec toutes les précautions nécessaires pour préserver, voire améliorer leur profondeur.
- En cas de risques d'érosion, privilégier les techniques culturales simplifiées (semis sous litière ou semis direct).
- Stabiliser la structure du sol par des apports de matière organique, particulièrement sur les sols riches en sable.

	Assez superficiels	Modérément profonds	Modérément profonds	Modérément profonds
Description du profil illustré				
	Sol sur dépôts sableux dans une ancienne plaine d'inondation (type: Fluvisol). Faible altération, stratification clairement visible, sable brut. → Assez superficiel Texture de la couche supérieure: léger (pauvre en humus, sable limoneux).	Sol sur une butte morainique (type: Regosol). Faible altération, pierrosité élevée. → Assez superficiel. Texture de la couche supérieure: mi-lourd (faiblement humifère, limon sableux).	Sol sur roche calcaire du Jura (type: sol brun). Compact, argileux, pierrosité élevée dans les couches inférieures. → Modérément profond. Texture de la couche supérieure: lourd (faiblement humifère, limon argileux).	Sol sur graviers fluvio-glaciaires (type: sol brun lessivé). Limite d'altération irrégulière, teneur en graviers fins élevée. → Modérément profond. Texture de la couche supérieure: léger (faiblement humifère, sable fortement limoneux).
Utilisation	Moyennement adapté à la culture des champs (très sensible à la sécheresse, irrigation requise).	Moyennement adapté à la culture des champs (sensible à la sécheresse).	Convient aux céréales, maïs et colza.	Convient à toutes les cultures (assez sensible à la sécheresse).
Travail du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à travailler (se ressuie rapidement). • Très sensible à la battance. • Semis sous litière. • Possibilité d'approfondir progressivement la couche arable par un travail au chisel accompagné d'apports de matière organique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à travailler (se ressuie rapidement). • Si possible semis sous litière ou semis direct. 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficile à travailler. • Danger de lissage et de semelle de labour. • Si possible travail sans labour et superficiel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à travailler (se ressuie rapidement). • Adapté à toutes les techniques culturales.
Fertilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Faibles apports d'azote et de purin (risque de lessivage élevé). • Eventuellement fertilisation foliaire. • La fumure organique améliore la teneur en humus et stabilise la structure du sol. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faibles apports d'azote et de purin (risque de lessivage modéré). 	<ul style="list-style-type: none"> • Apports normaux d'azote et de purin (assurer l'infiltration). 	<ul style="list-style-type: none"> • Apports moyens d'azote et de purin. • La fumure organique améliore la teneur en humus et stabilise la structure du sol.
Où?	Des sols superficiels ne se rencontrent souvent que ponctuellement au sein d'une parcelle. Ils peuvent être présents sur des buttes morainiques et molassiques sensibles à l'érosion et partiellement déjà érodées, sur des veines graveleuses de dépôts fluvio-glaciaires ou sur des jeunes dépôts alluviaux riches en sable.			



Composition des différentes fractions du sol et de la matière organique (MO)

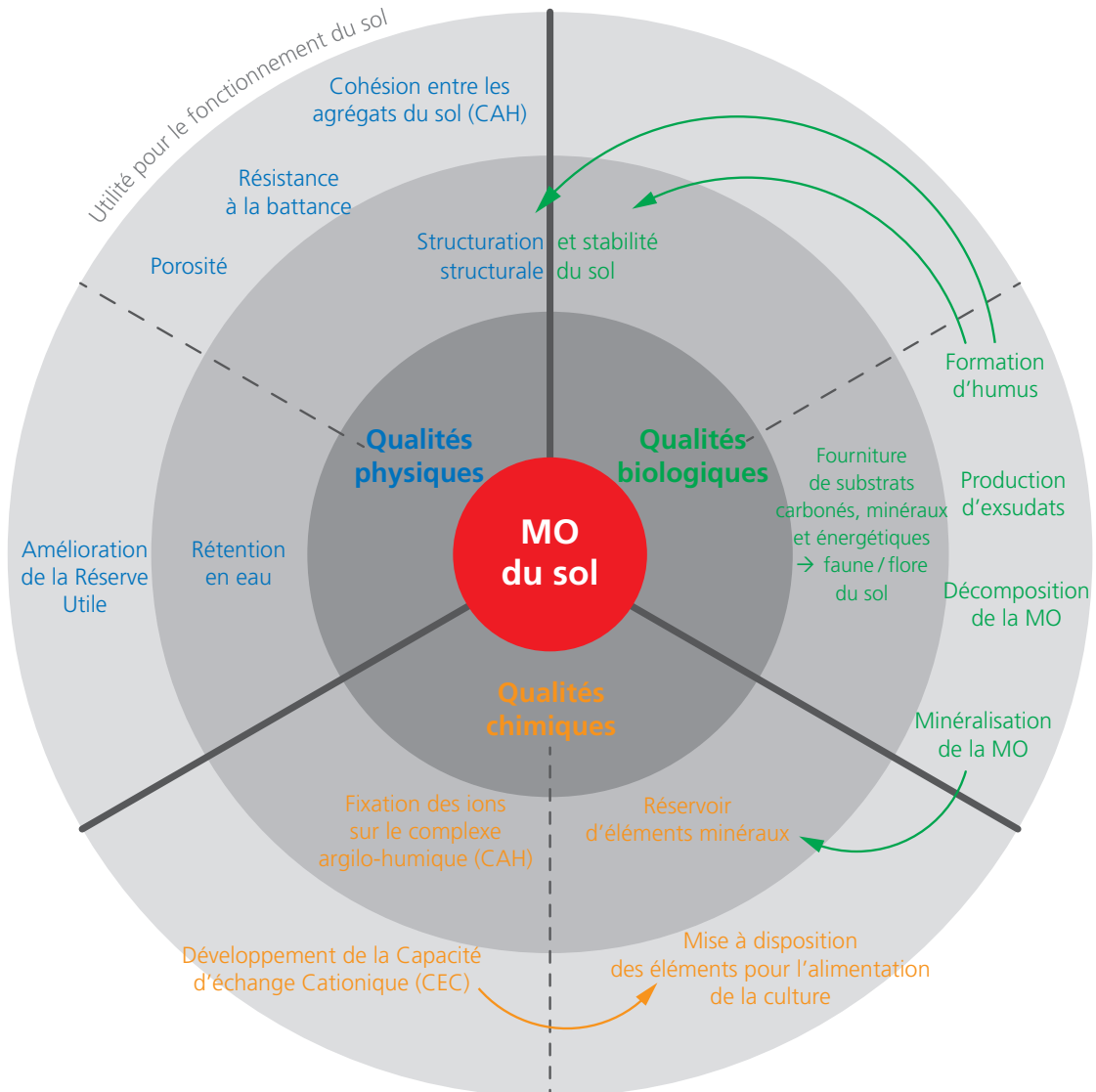
Le sol est constitué de particules minérales, d'eau, d'air et de 1 à 10% de MO sous forme de différentes fractions (exceptés les sols riches en humus).



Source: d'après Gaillard, 2001

Influence de la MO sur les qualités physiques, chimiques et biologiques du sol

Le schéma ci-dessous met en évidence la nécessité de maintenir un taux de MO suffisant dans le sol pour garantir son bon fonctionnement, sa résilience face à des atteintes physiques ou chimiques et une alimentation satisfaisante des cultures.



Source: Agro Transfert d'après Chenu modifié



Critères d'évaluation

• La teneur en MO du sol

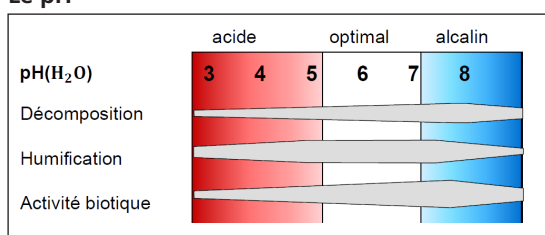
Interprétation agronomique de la teneur en MO ¹ du sol pour une appréciation du potentiel de fourniture d'azote par le sol				
Appréciation de la teneur en MO du sol (%) en regard des différentes classes de teneur en argile				
< 10% d'argile	10-19,9% d'arg.	20-29,9% d'arg.	> 30% d'arg.	Potentiel de fourniture de N
< 1,2	< 1,6	< 2,0	< 2,5	Faible
1,2-2,9	1,6-3,4	2,0-3,9	2,5-5,9	Satisfaisant
3,0 - 4,9	3,5-6,9	4,0-7,9	6,0-9,9	Bon
5,0-19,9	7,0-19,9	8,0-19,9	10,0-19,9	Elevé
> 20,0	> 20,0	> 20,0	> 20,0	Très élevé

¹ La teneur en MO du sol correspond à la teneur en carbone organique (Corg) multipliée par 1,725

Il est considéré que la teneur d'un sol en MO est optimale à 17% du taux d'argile. *

Exemple: Dans un sol contenant 25% d'argile, une teneur en MO satisfaisante sera de 4,25% (0,17 x 25). Source: Johannes, 2017

• Le pH



Remarque: seules les analyses précises de la granulométrie et de la teneur en MO fournissent des informations permettant une évaluation fiable. Les tests tactiles et visuels ne sont pas suffisants pour calculer le ratio*.

Source: PRIF 2017

Comment s'assurer que la MO évolue correctement dans le sol ?

Critère d'observation	Signe que la MO ne peut pas évoluer favorablement	Signe positif de l'évolution correcte de la MO
Odeur de la terre	Odeur d'œuf pourri, de soufre	Odeur de terre fraîche
Structure du sol	La présence de battance ou de compaction	Une structure grumeleuse et aérée
Devenir des résidus	Présence de résidus enfouis ayant plusieurs années (pailles foncées, visqueuses)	Après 3 à 4 mois, les résidus se décomposent facilement

Outils permettant le diagnostic de l'évolution de la MO: tests à la bêche, profil de sol...

Quels sont les facteurs qui contribuent à réduire ou à augmenter le taux de MO du sol ?

Facteurs	Réduisant la teneur en MO	Les bonnes pratiques stabilisant ou augmentant la teneur en MO
Travail du sol	Intense: labour, hersage avec outils animés par prise de force <ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la taille des agrégats • Aération (apport d'oxygène) • Augmentation de la température du sol 	Réduit en profondeur et en intensité: <ul style="list-style-type: none"> • Semis sous litière • Bandes fraisées • Strip-till • Semis direct
Gestion des résidus de cultures (pailles)	Exportation des résidus de récolte	Restitution des résidus de récoltes
Rotation	Monoculture ou rotations courtes fortement chargées en céréales	<ul style="list-style-type: none"> • Rotation diversifiée faisant intervenir des légumineuses • Intégration de prairies de plus de 3 ans dans la rotation
Apport de matière organique d'origine animale ou végétale	Aucun	Réguliers: fumiers, composts... <ul style="list-style-type: none"> • Un C/N < 15 favorise l'activité biologique du sol • Un C/N > 20 permet la formation d'humus stable
Gestion de l'interculture	Absence de couverture du sol par des plantes vivantes	Intégration de couverts végétaux composés de différentes espèces en interculture pour que le sol soit couvert en permanence.

Outil de diagnostic: le bilan humique

www.humusbilanz.ch/Betrieb/Jahr

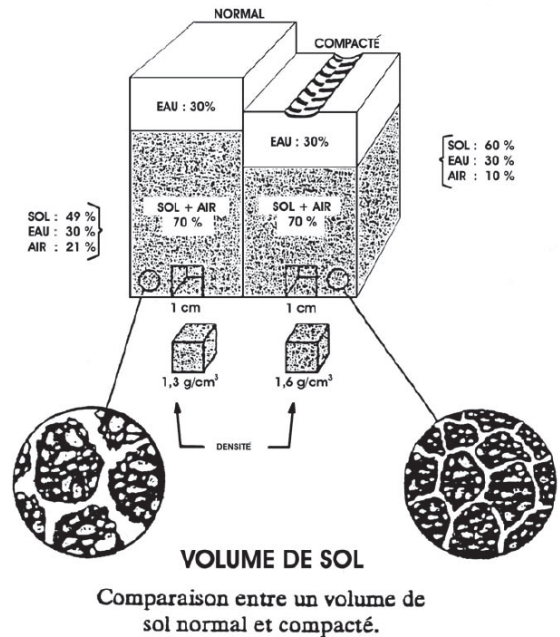


Le compactage des sols est un des facteurs ayant une influence sur le rendement. Avec l'augmentation du poids des machines agricoles, les risques de tassements augmentent toujours plus. Il est très difficile de remédier au compactage d'un sol, en particulier en profondeur, c'est pourquoi il faut limiter les risques au minimum.

Un sol compacté devient:

- **Moins poreux**
 - plus dense
(diminution des pores contenant de l'air → asphyxie)
 - moins drainant (cheminement entravé de l'eau)
- **Plus difficile à briser**
 - pour les racines
 - lors du travail du sol (plus d'énergie nécessaire)
- **Réduction de la fertilité du sol (baisse de rendement et augmentation des coûts)**

Rappel: en quoi consiste le compactage



Source: feuillet 90403 Ministère de l'agriculture, Québec

Les facteurs jouant un rôle dans le compactage

<p>Facteurs externes au sol → Facteurs influençables</p>	<p>Pression exercée sur le sol</p>	<p>Ces paramètres peuvent être optimisés afin de limiter l'impact des passages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Charge par roue Poids des machines ainsi que du chargement, répartition du poids • Surface d'appui Type de train roulant (roues/chenilles) Dimensions du train roulant Pression de gonflage • Répétition des passages
<p>Facteurs internes au sol → Difficilement influençables</p>	<p>Portance/résistance du sol</p>	<p>Il est difficile d'influencer ces paramètres à court terme, mais il faut s'y adapter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humidité du sol La portance du sol diminue avec l'augmentation de l'humidité • Type de sol Les sol argileux (lourds) sont plus sensibles au compactage • Couverture du sol (enracinement) La présence d'une culture densément enracinée diminue les risques d'atteintes • Structure du sol Une bonne structure du sol (agrégats grumeleux résistants à l'eau) augmente sa stabilité.



Optimiser les interventions :

1. Vérifier l'état hydrique des sols avant le début du chantier (mesure à 30 cm de profondeur)

- Reporter les travaux en cas de sols mouillés
- Calculer les limites d'engagement à l'aide de logiciels spécifiques (ex. : terranimo)

2. Limiter le poids des machines qui effectuent des passages dans la parcelle

- Décomposer les chantiers nécessitant de lourdes machines
- Choisir systématiquement les machines les plus légères
- Vider les trémies plus souvent

3. Diminuer la charge par roue

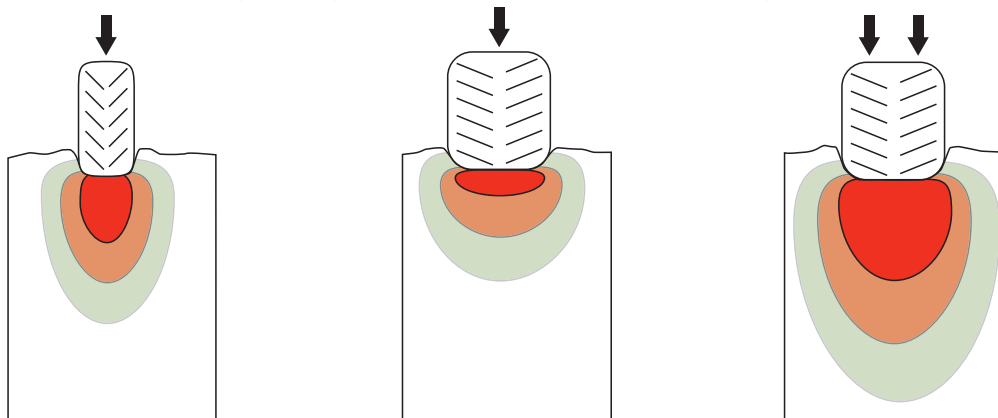
- Augmenter le nombre d'essieux
- Optimiser la répartition des charges entre les différents essieux (par ex: positionnement des essieux sur une remorque)

4. Augmenter la surface d'appui

- Choisir ses pneumatiques en fonction de l'utilisation prévue
- Diminuer le plus possible la pression de gonflage (télégonflage)
- Employer des chenilles
- Choisir des pneumatiques avec un diamètre plus important
- Choisir des pneumatiques plus larges

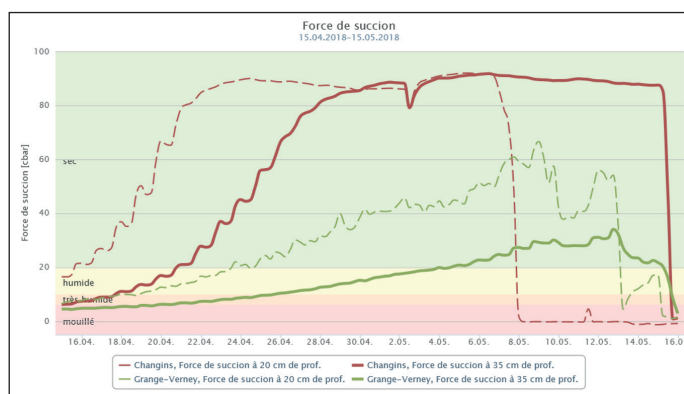
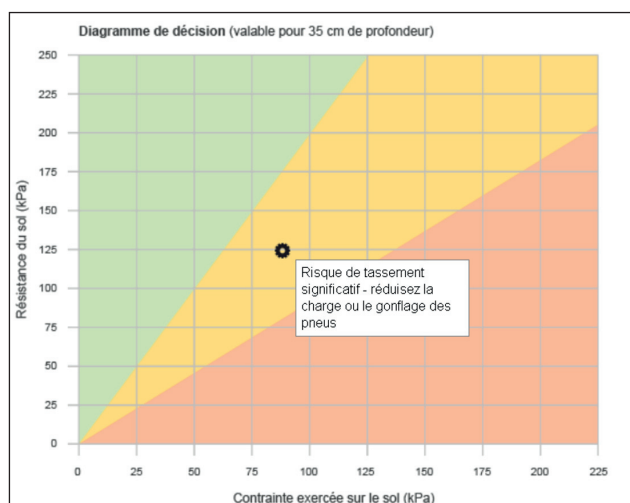
5. Limiter la répétition des passages

- Limiter les manœuvres (guidage GPS, tournières plus grandes, etc.)
- Optimiser le chargement afin de ne pas multiplier les passages (vider après un tour complet au lieu d'un tour et demi)



A charge égale, une surface d'appui supérieure diminue le tassement en surface.

Une augmentation importante de la charge ne peut pas être compensée.



Données tensiométriques

Réseau cantonal de tensiomètres

(données sur www.humidite-des-sols.ch).

Tensiomètre privé installé dans une parcelle afin de surveiller l'état du sol

Outils d'aide à la décision




Terranimo (www.tassementdusol.ch)

Utilisable sur smartphone

L'érosion hydrique est un phénomène de dégradation qui provoque, suite à l'action de l'eau, une perte de sol. Les conséquences principales sont les suivantes :

- Diminution de l'épaisseur du sol par pertes de terre.
- Asphyxie des plantes par infiltration des limons, battance.
- Perte d'éléments nutritifs et de matières organiques contenus dans le sol.
- Baisse de la capacité de rétention du sol en eau et en éléments nutritifs.
- Diminution des rendements des terres cultivables (terres ouvertes, prairies ou vigne).
- Pollution des cours d'eau et des lacs (surcharge en phosphore, éléments fins et produits phytosanitaires).
- Frais de déblaiement des ouvrages et infrastructures.

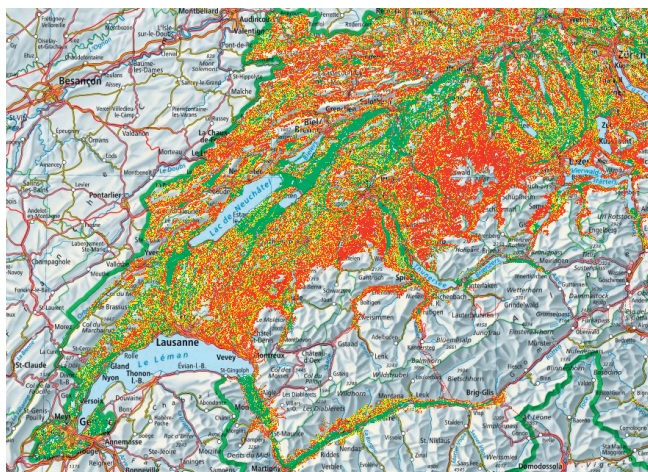
En Suisse, l'érosion hydrique est la forme qui concerne le plus le secteur agricole; périodes humides prolongées, fortes averses, orages violents ou fonte des neiges rapide sur des sols gelés peuvent provoquer le phénomène, qui peut prendre des **formes variées**.

Erosion en nappe (diffuse)	Erosion quasi-diffuse	Perte de sol linéaire
Pertes de sol / période		
		
<ul style="list-style-type: none"> • Faibles à moyennes (lors de violents orages). • Surtout l'été. • Pertes potentielles: 0 à 2 t/ha 	<ul style="list-style-type: none"> • Moyennes à élevées. • En hiver et en été. • Pertes potentielles: 2 à 4 t/ha 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevées • En hiver et en été. • Pertes potentielles: > 4 t/ha
Terminologie		
<ul style="list-style-type: none"> • Erosion en nappe. • Erosion en microrigoles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ravinement. • Erosion en bandes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosion en rigoles (jusqu'à 15 cm de profondeur). • Erosion en ravines (15 à 45 cm de profondeur). • Erosion en fossés (plus de 45 cm de profondeur).
Caractéristiques		
<ul style="list-style-type: none"> • Epouse la ligne de pente ou adopte le sens des cultures. • Ne dépasse généralement pas le cadre d'une parcelle, et uniquement si la culture ne couvre pas assez le sol. • Liée à la parcelle elle-même. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réseau de rigoles ou de ravines. • Souvent limité à quelques parcelles. • Se manifeste avec les sarclées et les céréales, rares dans les autres cultures. • Interne à la parcelle ou provenant du versant. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rigoles isolées, ou convergeant en ravines plus importantes. • Dépasse souvent le cadre d'une parcelle. • Se déclenche quelle que soit la culture. • Interne à la parcelle ou provenant du versant.
Causes, facteurs aggravants		
<ul style="list-style-type: none"> • Battance de la couche superficielle si mauvaise structure ou couverture du sol déficiente. • Choc des gouttes de pluie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fréquent dans les voies de passage ou dans les traces que laisse le travail du sol. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ecoulement localisé de fortes quantités d'eau.

Source : *Lutte contre l'érosion des sols cultivés, guide pour la conservation des sols*, Th. Mosimann et al., Berne-Liebefeld, 1991. Modifié.



Facteurs influençant l'érosion



Carte du risque potentiel d'érosion

■ Pas de risque ■ Risque avéré ■ Risque élevé

Facteurs imposés par le milieu	Facteurs pouvant être influencés par
<ul style="list-style-type: none"> • Pente • Propriétés pédologiques (texture du sol) • Fréquence et intensité des précipitations • Morphologie du terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Longueur de la pente • Couverture végétale • Dimensions de la parcelle • Amélioration de la structure du sol : MO, CaCO₃ • Manière de travailler le sol (pratiques culturales) • Sens de mise en place • Relief (canalisation de l'eau de ruissellement) • Apports d'eau depuis l'amont (autres parcelles, chemins, etc.)

Si le risqué est élevé, il n'y a pas forcément d'érosion si la rotation, la culture ou/et des mesures adéquates ont été prises !

Les carte d'érosion sont disponibles sur le site www.agridea.ch > Domaine thématique > Environnement, paysage > Protection du sol > Protection des sols > Carte du risque potentiel d'érosion...

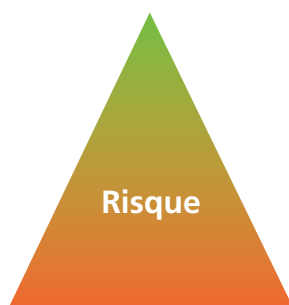
Mesures de prévention

- Eviter les compactages lors de la récolte
- Contrôle du ruissellement :
 - Observer la parcelle (structure du sol, écoulement de l'eau).
 - Bordure de parcelle surélevée.
 - Raie de charrue ou diguette pour évacuer l'eau (-> vers une grille, hors parcelle, hors parcelle voisine).
 - Planchettes, bottes de paille pour évacuer le ruissellement.
 - Création de grilles d'évacuation d'eau.

Mesures de lutte contre l'érosion

• Assolement

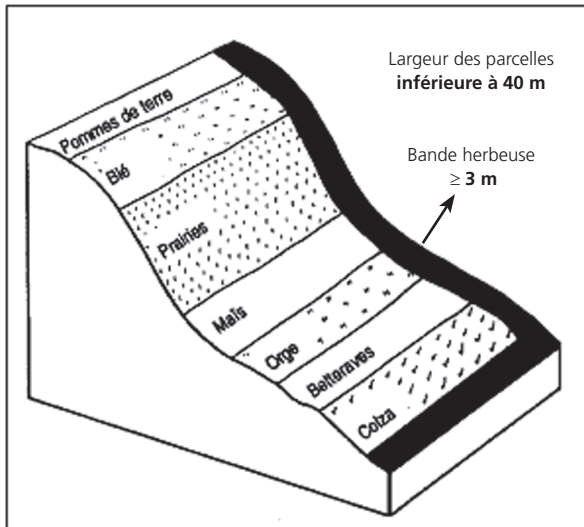
Cultures d'automne
<ul style="list-style-type: none"> • Prairie • Orge, seigle, colza • Blé d'automne • Pois protéagineux



Cultures de printemps
<ul style="list-style-type: none"> • Céréales de printemps • Pois protéagineux • Maïs, betterave, pomme de terre, soja, tabac, tournesol

- Réserver les cultures très sujettes à l'érosion aux surfaces peu inclinées.

• Modification du découpage de la parcelle



Pente %	Largeur maximale des bandes des cultures	
	Risque d'érosion faible à moyen	Risque d'érosion élevé
Jusqu'à 3	40 m	20 à 25 m
3 à 8	30 m	20 à 25 m
8 à 16	25 m	15 à 20 m
16 à 20	20 m	15 m

Source: *Lutte contre l'érosion des sols cultivés, guide pour la conservation des sols*, Th. Mosimann et al., Berne-Liebefeld, 1991. Modifié.

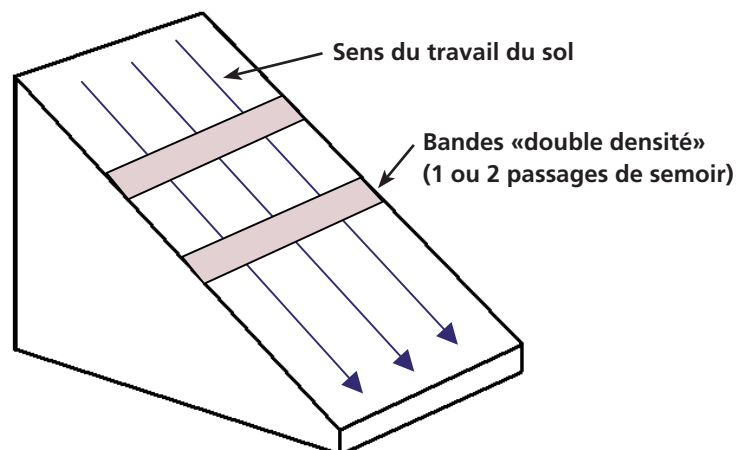
- Cultures en bandes alternées perpendiculairement à la pente ou suivant les courbes de niveau
- Mettre en place des prairies ou des jachères dans les zones les plus sensibles à l'érosion.
- Des haies entre les parcelles, ou des ourlets permettent de freiner l'érosion.
- Mise en place des bandes herbeuses permanentes (minimum 3 à 6 m) afin de freiner l'eau et la terre

• Travail et entretien du sol

- Travail du sol réduit.
- Suppression des passages de traitement.
- Lit de semences grossier.
- Limitation du tassement au sol par les machines, (roues jumelées, pneus basse pression) max. 5 t par essieu.
- Ameublissement du sol en profondeur : couverts végétaux à racines pivotantes ou travail profond en période sèche.
- Cultures intermédiaires (semis précoce, laisser en place le plus longtemps possible).

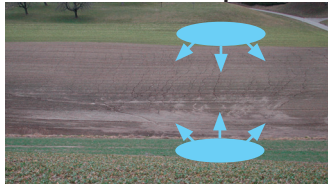



• Semis et entretien des cultures

- Semis sous litière, surtout pour les cultures à risques (betteraves, maïs).
- Semis en bandes fraisées, strip till.
- Semis direct.
- Si semis perpendiculaire à la pente pas possible, semis de bandes «double densité» en suivant les courbes de niveau.
- Semis précoce.
- Laisser les pailles et laisser les résidus végétaux le plus possible à la surface ou les incorporer seulement superficiellement.
- Association de cultures afin de couvrir le sol.
- Tolérer la présence d'adventices peu nuisibles (couverture du sol), essentiellement dans le maïs.
- Paillage ou buttes entre les lignes.



• Amendement

- Fumure organique : fumier, compost incorporé superficiellement (éviter la dilution en travaillant le sol trop profond).
- Chaulage ciblé de longue durée (apport de carbonate de calcium).

Paramètres visibles	Mesures	Commentaires
Apport d'eau provenant de l'extérieur de la parcelle 	Mesures culturales <ul style="list-style-type: none"> • Ourlets ou bandes herbeuses ou céréales en haut de la parcelle (F2-5 ●▲ ; F4-2 ●▲) Mesures végétales <ul style="list-style-type: none"> • Bordure surélevée (F6-3 ●▲) • Raie de charrue (●▲) Mesures de génie civil <ul style="list-style-type: none"> • Diguette(s) pour évacuer l'eau (vers l'extérieur de la parcelle ou une grille) (F7-3 ●▲) • Grille(s) d'infiltration en haut de la parcelle (F7-4 ●▲) • Nettoyage des grilles 	<ul style="list-style-type: none"> • Il faut en priorité diminuer le flux d'eau arrivant dans la parcelle. • Une coordination avec le(s) exploitant(s) situé(s) en amont est souhaitable. • Si l'arrivée d'eau est liée à des ouvrages de génie civil (chemins AF par ex.), prendre contact avec la commune. Plan de lutte à planifier sur le bassin versant (plusieurs parcelles).
Erosion en nappe (diffuse) 	Mesures culturales <ul style="list-style-type: none"> • Maintien des couverts jusqu'en février (F2-6 ●▲) • Ameublissement du sol (F3-2 ●▲) • Semis sous litière (F4-5 ●▲) • Semis en suivant les courbes de niveau (F4-1 ●▲) • Culture associée (F4-4 ●▲) • Lutte intégrée contre les adventives (F4-10 ●▲) • Amendement organique (F5-1 ●▲) • Chaulage (F5-2 ●▲) 	<ul style="list-style-type: none"> • La mise en place de couverts végétaux et le maintien des résidus en surface permettent de diminuer le ruissellement et de favoriser l'infiltration de l'eau. • La formation d'une croûte de battance diminue l'infiltration de l'eau et augmente sa vitesse dans la parcelle. Ce croûtage peut être limité par des mesures qui améliorent la stabilité structurale du sol.
Erosion quasi-diffuse 	Mesures culturales <ul style="list-style-type: none"> • Eviter les cultures sensibles : pommes de terre, betteraves notamment (F2-3 ●▲) • Maintien des couverts jusqu'en février (F2-6 ●▲) • Installer un ourlet/une bande herbeuse (F2-5 ●▲) • Limitation du tassement du sol (F3-1 ●▲) • Diminution du travail du sol (TCS, SD) (F3-3 ●▲) • Type de travail du sol (F3-3 ●▲ ; F4-8 ●▲) • Sens du travail du sol (F3-4 ●▲) • Semis en suivant les courbes de niveau (F4-1 ●▲) • Culture associée (F4-4 ●▲) • Suppression des passages de traitement (F4-7 ●▲) 	<ul style="list-style-type: none"> • Le choix de la culture est important car les cultures couvrant peu le sol (sarclées, céréales juste après le semis) sont particulièrement touchées. • Dans tous les cas, une couverture du sol et/ou un travail du sol adapté favorisent l'infiltration de l'eau et évitent qu'elle prenne de la vitesse.
Perte de sol linéaire (rigoles, voire ravines ou fossés) 	Mesures culturales <ul style="list-style-type: none"> • Taille des parcelles (F2-1 ●▲) • Sens des parcelles (F2-1 ●▲) • Mise en place de prairies (F2-2 ●▲ ; F2-4 ●▲) • Ourlet ou bande herbeuse (F2-5 ●▲) • Modification de l'assolement pour inclure des bandes herbeuses ou des bandes de céréales dans la parcelle (F2-5 ●▲ ou F4-2 ●▲) • Maintien des couverts jusqu'en février (F2-6 ●▲) • Limitation du tassement du sol (F3-1 ●▲) • Type de travail du sol (F3-3 ●▲ ; F4-8 ●▲) • Semis en suivant les courbes de niveau (F4-1 ●▲) Mesures végétales <ul style="list-style-type: none"> • Création de haies (F6-1 ●▲) Mesures de génie civil <ul style="list-style-type: none"> • Diguette(s) pour évacuer l'eau (vers l'extérieur de la parcelle ou une grille) (F7-3 ●▲) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ces rigoles se forment par écoulement préférentiel de l'eau en bas d'une zone avec de l'érosion diffuse. Il est donc indispensable de prévoir des mesures contre l'érosion diffuse dans la lutte contre la perte de sol linéaire. • Attention, la création d'une raie de charrue peut favoriser la perte de sol linéaire car elle canalise l'eau à un seul endroit.

● Coût ▲ Efficacité **Vert** = faible/bas **Jaune** = moyenne **Rouge** = élevé(e)

Le détail des mesures proposées ici se trouve www.agridea.ch > Domaines thématiques > environnement, paysage > Protection du sol > Protection des sols > Fiches techniques. L'agriculteur peut proposer d'autres mesures, pour autant qu'elles soient validées par le service en charge de la protection des sols. La numérotation (ex. : F2-6 ●▲) fait référence aux fiches citées ci-dessus.





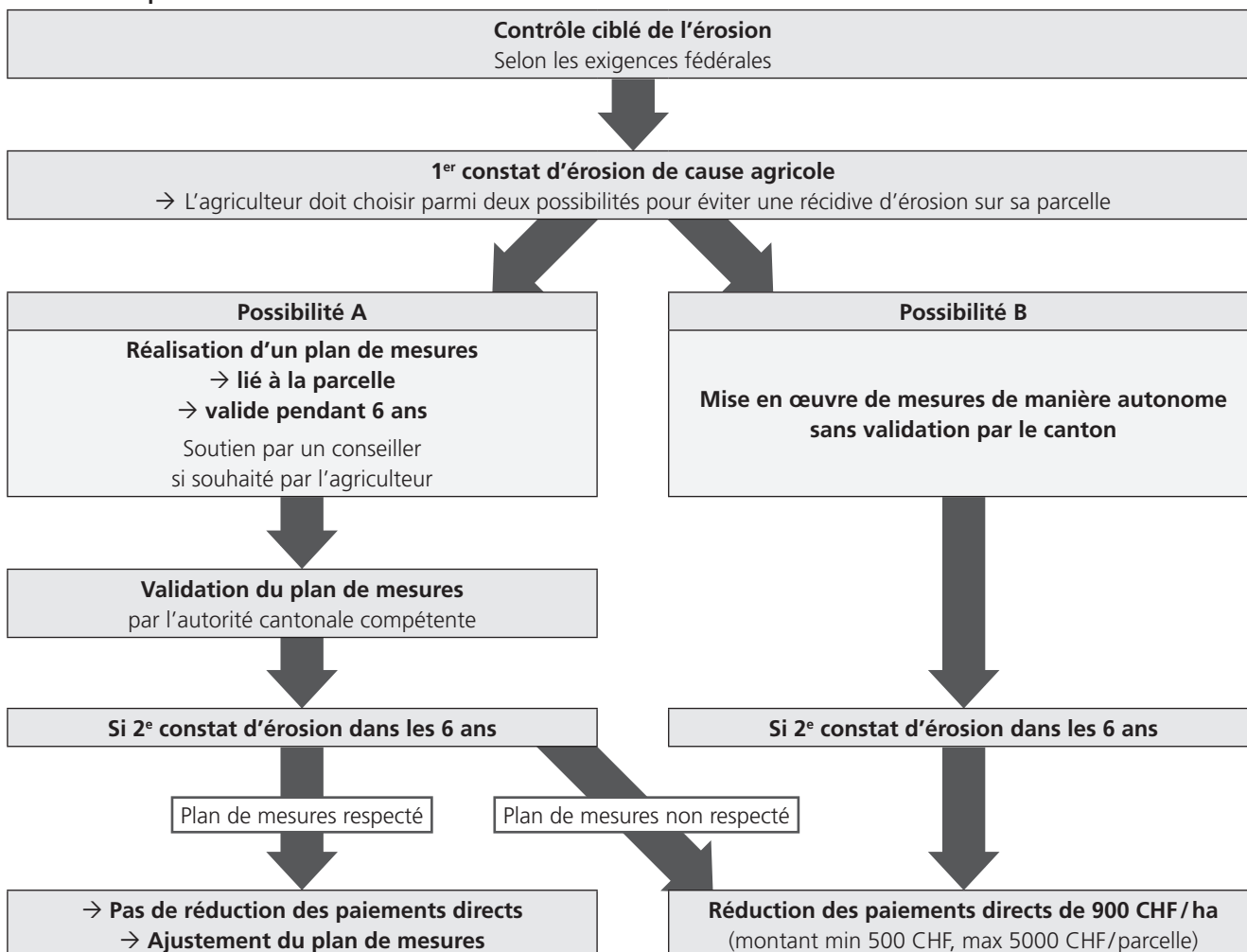
Cadre légal: Ordonnance sur les paiements directs (OPD, RS 910.13)

Prestations écologiques requises, règles techniques, Chap. 4.2 Protection contre l'érosion

A partir de 2018, les zones à risques érosifs sont surveillées par des contrôles ciblés lors des épisodes pluvieux. Si le contrôle révèle une érosion de 2 à 4 T/ha :

→ L'agriculteur doit prendre des mesures pour éviter une récurrence d'érosion sur sa parcelle sous peine d'une réduction des paiements directs.

Processus de prévention de l'érosion



Remarques et cas particuliers

- **Cas d'épisodes pluvieux exceptionnels**, c'est-à-dire de 80 à 120 mm/24h ou de 110 à 150 mm/48h ou de 130 à 170 mm/72h. La cause de l'érosion est météorologique, il n'y a pas de risque de réduction des paiements directs.
- **Cas d'érosion en partie due à des problèmes d'infrastructures**: il est important de prendre des mesures d'entretien ou d'amélioration des installations en complément des mesures agricoles. Les autorités compétentes doivent être informées.
- **Cas d'échange de parcelles**: l'exploitant principal est responsable de l'application du plan de mesures même s'il prête sa parcelle. Dans le cas d'un 1^{er} constat d'érosion pendant l'échange de la parcelle, c'est l'agriculteur principal qui doit faire le plan de mesures. Dans le cas d'un 2^e constat d'érosion pendant l'échange de la parcelle, la réduction est appliquée à l'exploitant principal, signataire initial du plan de mesures.



Modalités du plan de mesures de prévention de l'érosion

Les exigences de contenu des plans de mesures érosion varient selon les cantons. Cependant, les paramètres à diagnostiquer doivent être à minima les suivants :

Les paramètres à diagnostiquer sur votre parcelle pour établir le plan de mesures	Les catégories de mesures à mettre en œuvre, seules ou cumulées selon le résultat du diagnostic (liste non exhaustive)
Test A : Longueur de la pente Test B : Présence et localisation de zone(s) de concentration de l'écoulement Test C : Sens de travail du sol Test D : Rotation de la parcelle Test E : Couverture hivernale du sol Test F : Intensité du travail du sol Test G : Teneur en matière organique Test H : Valeur pH du sol	M1/M2 Réduire la longueur de la parcelle à 70 m ou 120 m selon la pente et les pratiques culturales M3 Mettre en œuvre des techniques culturales préservant le sol M4 Réduire le ruissellement concentré M5 Augmenter les prairies artificielles et jachères florales et/ou tournantes M6 Couvrir le sol en hiver M7 Réduire les cultures à risque M8 Apporter de la matière organique M9 Chauler M10 Adapter le sens de travail du sol M11 Supprimer les passages de traitement M12 Réaliser des semis croisés M13 Réaliser des mesures spécifiques aux cultures à risque Mxx Autres mesures possibles

Les mesures sont détaillées dans les FT 1.11.1 «Travail du sol», 1.23 et 1.24 «Erosion-Mesures de lutte» ainsi que dans «l'outil plan de mesures érosion» disponible sur <http://url.agridea.ch/erosion>.

Le formulaire de base pour réaliser votre plan de mesures érosion est également disponible sur <http://url.agridea.ch/erosion>.



? QUAND ... POURQUOI ... RISQUES ?

Il peut s'avérer nécessaire de remplacer une culture accidentée pour les raisons suivantes :

- mauvaise levée
- intempéries (pluie, sec, gel)
- maladies, ravageurs

Le remplacement d'une culture entraîne des frais supplémentaires; il nécessite une sérieuse réflexion.

Eviter les décisions hâtives :

- En cas de doute, **attendre la reprise de la végétation**.
- Ne pas se laisser influencer par l'aspect visuel de la parcelle.
- **Contrôler** la densité moyenne des plantes saines sur le champ et leur vigueur :
 - plantes saines → seuil inférieur
 - plantes affectées (maladies, parasites, gel, ...) → seuil supérieur

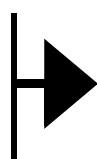
Voir fiches céréales remplacement, betterave sucrière peuplement, colza d'automne culture
- En cas de retournement de la culture en place, ne pas s'attendre à avoir un développement idéal de la culture de remplacement. **Tenir compte** aussi **des frais** liés au remplacement (voir budget partiel au verso).
- S'assurer du débouché de la culture de remplacement.
- Rester dans les **dates de semis** compatibles avec la culture de remplacement choisie.

Une installation trop tardive de la culture de printemps peut entraîner un **retard de maturité**, une **baisse de rendement** et favoriser **maladies** et **ravageurs** :

- | | | | |
|-------------|---|---|--|
| • betterave | → | pied noir | <i>voir fiche betterave maladie de la racine</i> |
| • céréales | → | oscinie (mouche de Frit) et autres insectes | <i>voir fiche céréales ravageurs</i> |
| • pois | → | oïdium, divers insectes | <i>voir fiche pois maladies et ravageurs</i> |

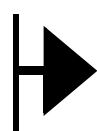
- **Limiter** les interventions herbicides dans la culture de remplacement au strict nécessaire (*éventuellement réduire les doses*).
- Lorsque la culture à éliminer a reçu un herbicide laissant des résidus toxiques pour la nouvelle culture, il faudra, selon la nature de cet herbicide, **choisir** entre :

- **enfouir** la couche de terre contenant les résidus herbicides en la mettant hors de portée des jeunes racines des nouvelles plantes



LABOUR

- **diluer** les résidus d'herbicides dans une couche de terre de 10 à 15 cm



FAÇONS CULTURALES *mélangeant bien la couche superficielle : herse rotative, double hersage (vibroculteur)*

Seuils d'intervention contre les organismes nuisibles en grandes cultures (PER)

Source : Groupe de travail pour les seuils d'intervention en grandes cultures (AG BKSF).

(Stations phytosanitaires cantonales, HAFL, Agroscope, AGRIDEA). Document définitif : valable dès 2021.

Lorsque les seuils d'intervention sont dépassés :

- Les produits phytosanitaires homologués sont utilisables selon leurs indications d'application en PER.
- **Exception pour les cas mentionnés ci-dessous** qui, en plus de devoir obligatoirement dépasser les seuils d'intervention, **nécessitent une autorisation spéciale** délivrée par les stations phytosanitaires cantonales.

Céréales

ADVENTICES – Seuils d'intervention recommandés					
DICOTYLÉDONES	Espèce de céréale	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	
Gaillet gratteron	Toutes	13 – 39	1 plante/10 m ²	Déterminer les espèces d'adventices et la densité des adventices dans la diagonale du champ ; observer la parcelle de manière générale et aux endroits critiques, prêter spécialement attention aux adventices problématiques (gaillet gratteron, rumex, chardon). Attention : pour l'ambrosie la tolérance est de 0 plante / m² !	
Renouée liseron	Toutes	13 – 29	2 plantes/m ²		
Vesces	Toutes	13 – 29	2 plantes/m ²		
Mouron des oiseaux	Toutes	13 – 29	25 plantes/m ²		
Galéopsis intermédiaire	Toutes	13 – 29	3 à 5 plantes/m ²		
Diverses adventices à feuilles larges	Toutes	13 – 29	5% de la couverture totale du sol ou 50 plantes/m ²		
GRAMINÉES					
Agrostide jouet du vent	Blé d'automne (semis précoce)	13 – 29	10 plantes/m ²		
	Orge d'automne, blé d'automne (semis tardif), céréales de printemps	13 – 29	20 plantes/m ²		
	Seigle d'automne	13 – 29	30 plantes/m ²		
Vulpin des champs	Blé d'automne (semis précoce)	13 – 29	15 plantes/m ²		
	Orge d'automne, blé d'automne (semis tardif)	13 – 29	20 plantes/m ²		
	Seigle d'automne, céréales de printemps	13 – 29	30 plantes/m ²		
Ray-grass d'Italie	Céréales d'automne	13 – 29	8 plantes/m ²		
Pâturin annuel	Céréales d'automne	13 – 29	50 plantes/m ²		
Folle avoine	Céréales d'automne	13 – 29	10 plantes/m ²		
	Céréales de printemps	13 – 29	5 plantes/m ²		
	Multiplication	–	0 plantes/m ²		
Diverses graminées	Toutes	13 – 29	Total 10 à 50 plantes/m ²		

RAVAGEURS	Espèce de céréale	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Mouche jaune des chaumes	Blé de printemps	31 – 37	20% des tiges avec des œufs	10 x 5 tiges	Nécessaire
Criocère	Toutes	39-50	2 larves/tiges		Libre ¹
		51-61	2 larves/F1 définitive		Libre ¹
Pucerons	Toutes	65	60% des épis colonisés		Nécessaire

¹ Utilisation libre uniquement pour produit à base de spinosad (Audienz, etc.). Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.



Blé

MALADIES	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure
Carie ordinaire	Semence	Dès 10 spores par grain de blé	La semence est testée par Agroscope.
Moisissure des neiges	Semence	> 10% de grains atteints	
Piétin verse	30–32	6 à 8 tiges atteintes (15–20%); évaluation du risque de développement à l'aide de la FT 2.55	Prélever 40 maîtres-brins dans la diagonale de la parcelle et compter le nombre de tiges atteintes.
Oïdium	31–61	30 à 60 feuilles atteintes (25–50%)	Prélever 40 tiges dans la diagonale de la parcelle, examiner les 3 feuilles supérieures complètement développées (3 x 40 = 120 feuilles) et dénombrer les feuilles atteintes.
Rouille jaune	31–61	3 à 5 feuilles atteintes (3–5%) ou premier foyer	
Rouille brune	37–61	1 à 5 feuilles atteintes sur les variétés sensibles (= 1–4%)	
		10 feuilles atteintes sur les variétés moins sensibles (≈ 10%)	
Grillures	39–51	Dès les 1 ^{ers} symptômes sur les 3 dernières feuilles	
Taches des feuilles (septoriose, DTR ¹)	37–51	20 feuilles atteintes (= 20%); comptabiliser les taches de septoriose et de DTR ensemble	Pour les taches des feuilles, ne compter que la 4 ^e feuille définitive depuis le haut. Contrôler 100 feuilles (= 100 tiges).
Fusariose	61–69	Traitement surtout si les conditions suivantes sont remplies: précédent maïs; non-labour; climat chaud et humide à la floraison; ou selon modèle de prévision www.fusaprog.ch ; ou selon schéma d'évaluation du risque (voir fiche technique 2.56).	

¹ DTR = *Drechslera tritici-repentis* (forme anamorphe du champignon pathogène *Pyrenophora tritici-repentis* ou Helminthosporiose du blé).

Orge

MALADIES	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure
Oïdium	30–51	30 à 60 feuilles atteintes (25–50%)	Prélever 40 tiges dans la diagonale de la parcelle, examiner les 3 feuilles supérieures complètement développées (3 x 40 = 120 feuilles) et dénombrer les feuilles atteintes.
Helminthosporiose ou taches brunes (<i>Helminthosporium</i> = <i>Pyrenophora</i>)	30–51	20 à 30 feuilles atteintes (15–25%); comptabiliser les taches brunes et la Rhynchosporiose ensemble	
Rhynchosporiose (<i>Rhynchosporium</i>)	30–51		
Rouille naine ou brune	30–51	> 30% feuilles atteintes	
Grillures	39–51	Dès les 1 ^{ers} symptômes sur les 3 dernières feuilles	



Triticale

MALADIES	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure
Moississure des neiges	Semence	> 10% de grains atteints	La semence est testée par Agroscope.
Rouille jaune	31 – 61	3 à 5 feuilles atteintes (3 – 5%) ou premier foyer	Prélever 40 tiges dans la diagonale de la parcelle, examiner les 3 feuilles supérieures complètement développées (3 x 40 = 120 feuilles) et dénombrer les feuilles atteintes.
Rouille brune	37 – 61	1 à 5 feuilles atteintes sur les variétés sensibles (= 1 – 4%)	
		10 feuilles atteintes sur les variétés moins sensibles (≈ 10%)	
Rhynchosporiose	37 – 51	20 à 30 feuilles atteintes (15 – 25%)	
Taches des feuilles (septoriose, DTR ¹)	37 – 51	20 feuilles atteintes (= 20%); comptabiliser les taches de septoriose et de DTR ensemble	Pour les taches des feuilles, ne compter que la 4 ^e feuille définitive depuis le haut. Contrôler 100 feuilles (= 100 tiges).
Fusariose	61 – 69	Traitement surtout si les conditions suivantes sont remplies : précédent maïs; non-labour; climat chaud et humide à la floraison; ou selon modèle de prévision www.fusaprog.ch ; ou selon schéma d'évaluation du risque (voir fiche technique 2.56).	

¹ DTR = *Drechslera tritici-repentis* (forme anamorphe du champignon pathogène *Pyrenophora tritici-repentis* ou Helminthosporiose du blé).

Seigle

MALADIES	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure
Moississure des neiges	Semence	> 10% de grains atteints	La semence est testée par Agroscope.
Taches des feuilles (septoriose, DTR ¹)	37 – 51	20 feuilles atteintes (= 20%); comptabiliser les taches de septoriose et de DTR ensemble	Pour les taches des feuilles, ne compter que la 4 ^e feuille définitive depuis le haut. Contrôler 100 feuilles (= 100 tiges).
Rhynchosporiose	37 – 51	20 à 30 feuilles atteintes (15 – 25%)	Prélever 40 tiges dans la diagonale de la parcelle, examiner les 3 feuilles supérieures complètement développées (3 x 40 = 120 feuilles) et dénombrer les feuilles atteintes.
Rouille brune	37 – 61	1 à 5 feuilles atteintes sur les variétés sensibles (= 1 – 4%)	
		10 feuilles atteintes sur les variétés moins sensibles (≈ 10%)	

¹ DTR = *Drechslera tritici-repentis* (forme anamorphe du champignon pathogène *Pyrenophora tritici-repentis* ou Helminthosporiose du blé).

Epeautre

MALADIES	Période de contrôle (Stade)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure
Carie ordinaire	Semence	Dès 10 spores par grain	La semence est testée par Agroscope.



Betterave

MALADIES	Période de contrôle (Stade)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure
Taches foliaires	Juillet	1 à 2 plantes légèrement atteintes/are ou 1 foyer plus important dans la parcelle	Contrôler toute la parcelle
	Août à début septembre	1 à 2 petits foyers/are ou 1 foyer plus important dans la parcelle	

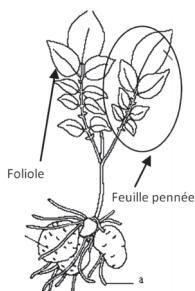
RAVAGEURS	Période de contrôle (Stade)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Altise	Cotylédons	50% plantes atteintes	10 x 5 plantes	Nécessaire
	2 – 4 feuilles	80% plantes atteintes		
Mouche de la betterave	2 – 4 feuilles	2 œufs par plante		Libre ¹
	6 – 8 feuilles	2 débuts de galerie par plante		
Puceron noir	4 feuilles	50% plantes atteintes		
	6 – 10 feuilles	80% plantes atteintes		

¹ Utilisation libre uniquement pour produits à base de pirimicarb (Pirimor, etc.). Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.

Pomme de terre

MALADIES	Période de contrôle (Stade)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure
Rhizoctone	Plants	> 20% des tubercules infectés (avec croûtes noires)	100 tubercules
Mildiou	Dès la levée	Traitement selon le modèle de prévision www.phytopre.ch ou selon les recommandations des services phytosanitaires cantonaux	

RAVAGEURS	Période de contrôle	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Doryphore	Dès l'arrivée du ravageur	30% des plantes avec des larves et/ou 1 foyer/are	10 x 5 plantes	Libre ¹
Pucerons	Fin juin	10 pucerons par feuille pennée (vraie feuille) = 1 puceron par foliole	10 feuilles pennées (= 100 folioles)	Libre ²



¹ Utilisation libre uniquement pour produits à base de azadirachtine (Oikos, etc.), bacillus thuringiensis (Novodor 3FC, etc.), spinosad (Audienz, etc.). Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.

² Utilisation libre uniquement pour produits à base de fonicamide (Teppeki, etc.), pymétozine (Plenum WG, etc.), spirotetramate (Movento SC, etc.). Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.



Maïs

RAVAGEURS	Période de contrôle	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Pyrale du maïs	Avant récolte (pour l'année suivante)	Maïs grain : 10 à 20% de plantes atteintes	10 x 5 plantes (idéalement contrôler plusieurs parcelles de la région)	Libre ¹ (sauf pour la race bivoltine → autorisation spéciale nécessaire)
		Maïs ensilage : 20 à 30% de plantes atteintes		

¹ Utilisation libre uniquement pour les trichogrammes. Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.

Colza

RAVAGEURS	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Altise	10	Seulement sur cultures à développement difficile : 50% des plantes avec des morsures	10 x 5 plantes, cuvette jaune	Nécessaire
	15 – 18 mi à fin oct.	80% des plantes avec des morsures et plus de 100 captures par cuvette en 3 semaines ou 7 pieds sur 10 avec au moins 1 larve		
Tenthrede	13 – 16	1 à 2 larves/plante		Nécessaire
Charançon du bourgeon terminal – noir d'hiver	15 – 18 mi à fin oct.	Régions fréquemment sujettes à de fortes attaques ; 10 captures en 3 jours dans une cuvette jaune	Cuvette jaune	Nécessaire
Charançon de la tige	31	Hauteur de la tige de 1 à 5 cm : régions ayant régulièrement de fortes attaques : dès que des trous sont visibles ; autres régions : 10 – 20% des plantes avec des trous	10 x 5 plantes	Libre
	37	Hauteur de la tige de 5 à 20 cm : 40 à 60% des plantes avec des trous		
Meligèthes	53 – 55	6 méligèthes/plante (4 mél./plante pour des peuplements faiblement développés)		Libre
	57 – 59	10 méligèthes/plante (7 mél. / plante pour des peuplements faiblement développés)		
Charançon des siliques	59	0,5 à 1 charançon/plante		Nécessaire
Pucerons	Dès 69	2 colonies par m ²	10 échantillons de 1 m ²	Nécessaire

Soja

RAVAGEURS	Période de contrôle	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Vanesse	Dès 1 semaine après l'apparition des papillons	20 chenilles/mètre linéaire ou 1 à 2 foyers/are	10 x 1 m linéaire	Nécessaire



Tournesol

RAVAGEURS	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Pucerons	51 (10 – 14 feuilles)	> 50% des vieilles feuilles crispées	10 x 5 plantes	Libre ¹

¹ Utilisation libre uniquement pour l'utilisation de produits à base de pirimicarb (Pirimor, etc.).
Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.

Féverole

RAVAGEURS	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Pucerons	Dès 61	40 à 60% plantes colonisées	10 x 5 plantes	Libre ¹

¹ Utilisation libre uniquement pour l'utilisation de produits à base de pirimicarb (Pirimor, etc.) ou pymétozine (Plénum WG, etc.).
Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.

Pois protéagineux

RAVAGEURS	Période de contrôle (Stade BBCH)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Sitone du pois	11 – 13	5 à 10 encoches par foliole (ou stipule) sur les 2 premiers étages foliaires	10 x 5 plantes	Nécessaire
Pucerons	51 – 61	80% plantes colonisées		Libre ¹
Tordeuse du pois	72	> 100 captures dans un piège à phéromone (du début du vol jusqu'au stade 2 étages gousses plates)	Piège à phéromone	Nécessaire

¹ Utilisation libre uniquement pour l'utilisation de produits à base de pirimicarb (Pirimor, etc.).
Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.



Tabac

RAVAGEURS	Période de contrôle (Stade)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Punaises	Dès 6–8 feuilles	2–3 punaises/10 mètres linéaires	10 x 10 m.	Nécessaire
Pucerons	Dès la plantation	5% plantes atteintes	10 x 5 plantes	Libre ¹

¹ Utilisation libre uniquement pour l'utilisation de produits à base de flonicamide (Teppeki, etc.), pirimicarb (Pirimor, etc.) ou pymétrozine (Plénium WG, etc.). Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.

Ravageurs généraux

NUISIBLES	Culture	Période de contrôle (Stade)	Seuil d'intervention	Echantillonnage, procédure	Autorisation spéciale
Limaces	Cultures sensibles (betterave, colza, tabac, tournesol)	Dès le semis	Dès que des traces de bave ou des limaces mortes sont trouvées sur les zones d'appât	Plusieurs emplacements de zones d'appât ; à renouveler après 2 à 3 semaines	Libre ¹
	Pomme de terre	Avant fermeture des rangs		Plusieurs emplacements de zones d'appât	
	Autres cultures Maïs Céréales	Dès le semis Jusqu'à 5 feuilles Jusqu'au début tallage	5% de plantes atteintes (si la levée est compromise)	10 x 5 plantes	
Larves de tipule	Cultures sensibles (betterave, maïs)	Dès le semis	Dès que des dégâts ou des larves sont visibles.	Plusieurs emplacements de zones d'appât	Libre ²
	Autres cultures	Dès le semis	5% plantes attaquées	10 x 5 plantes	
Vers gris	Différentes cultures	Dès la levée	5% plantes attaquées	10 x 5 plantes	Libre ²

¹ Utilisation libre uniquement pour l'utilisation de produits à base de métaldéhyde ou phosphate de fer III.

Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.

² Utilisation libre uniquement pour l'utilisation de produits à base de chlorpyrifos (Blocade, Cortilan, Rimi 101).

Pour tous les autres produits une autorisation spéciale est nécessaire.

Précision

Agroscope offre deux systèmes de pronostic :

- *Phytopre* pour la lutte contre le mildiou de la pomme de terre (www.phytopre.ch).
- *Fusaprog* pour la lutte contre les fusarioses dans les céréales (www.fusaprog.ch).

Pour plus d'informations prendre contact avec M. Hans Ramseier, HAFL (hans.ramseier@bfh.ch).

Le témoin, un précieux outil d'information

En protection des plantes, un témoin est une surface non traitée de quelques dizaines de mètres carrés, permettant une **comparaison avec la surface traitée**.

1. Pourquoi installer un témoin ?

- **Vérification de l'efficacité et/ou de l'utilité** attendue d'une intervention.
- **Référence en cas d'accident** (phytotoxicité, traitement de mélange, etc.).
- Aide à l'**optimisation** des futures interventions.

1.1 En PER, un témoin est obligatoire (voir règles PER-Romandie, point 6) :

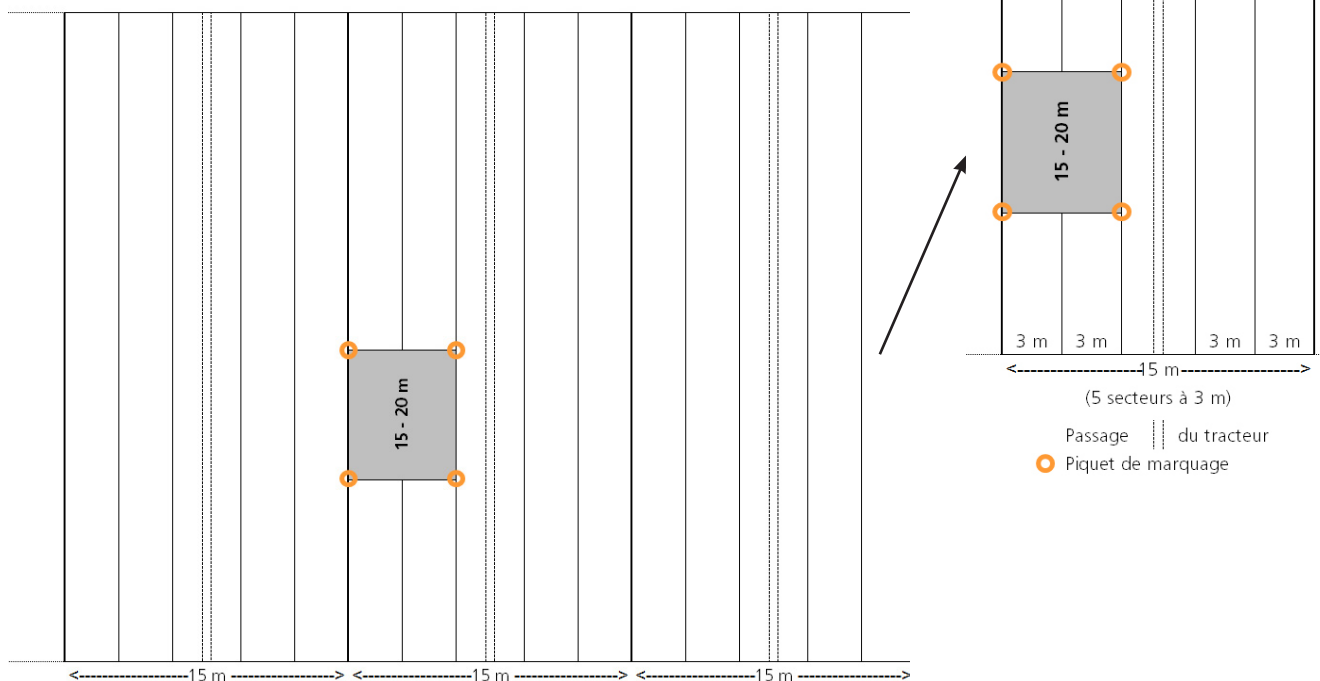
- Pour les **herbicides en prélevée** (céréales) avant le 11 octobre.
- Lors d'une **autorisation spéciale** (notamment les insecticides en pulvérisation et les microgranulés insecticides et nématicides).

1.2 Dans quelle situation faut-il s'abstenir d'installer un témoin ?

- Pour des **maladies à comportement explosif** (exemple mildiou de la pomme de terre).
- Pour des **adventices dangereuses** (exemple ambroisie) ou envahissantes (exemple souchet).

2. Comment installer un témoin ?

- Le **lieu** : idéalement à l'**intérieur d'un champ** homogène (à une distance minimale de 10 m du bord).
- Délimiter le témoin avec un piquet (pas en métal, par exemple en bambou) à chaque coin.
- La **grandeur** : pour les maladies et ravageurs, **minimum 15 m de long ; minimum 2 secteurs de rampe de traitement**.



- Pour vérifier l'efficacité d'une application de granulés antilimaces, une simple bâche posée avant l'application peut suffire. Marquer l'emplacement.



3. Contrôle et valorisation du témoin

Afin de bien valoriser le témoin, l'observation de celui-ci, en comparaison avec le solde de la parcelle, est primordiale. Elle doit être faite au moment optimal. Ce moment peut varier selon le type de produit, la culture ou encore l'organisme nuisible visé. Voici quelques exemples :

Culture	Traitement	Organisme nuisible	Quand observer ?
Céréales	Régulateurs	Verse	Peu avant la récolte.
	Fongicide	Piétin-verse	Peu avant la récolte.
		Maladies foliaires et maladies de l'épi	3 - 5 semaines après le traitement. En présence des feuilles/épis encore verts.
	Insecticide	Criocères	Observation 1 (efficacité sur insecte): 3 jours après traitement. Observation 2 (efficacité traitement): 3 - 5 semaines après traitement. En présence des feuilles encore verts.
	Herbicide pré et postlevée	Adventices diverses	Observation 1 (phytotoxicité): 1 semaine après traitement. Observation 2 (efficacité traitement): 1 mois après traitement. Observation 3 (persistance): peu avant la récolte adventices difficiles (vivaces)/résistantes (vulpin, agrostide, ray-grass).
Maïs	Herbicide	Adventices diverses	3 - 6 semaines après le traitement.
Colza	Fongicide	Sclérotiniose Phoma	2 - 3 semaines avant la récolte ou juste après celle-ci.
	Insecticide	Gros charançon tige	Observation 1 (efficacité traitement): 2 - 4 semaines après traitement.
		Méligèthes	Observation 1 (efficacité sur insecte): 2 - 4 jours après traitement. Observation 2 (efficacité traitement): 4 - 6 semaines après traitement.
Tournesol	Insecticide	Puceron vert du pêcher	2 - 3 semaines après le traitement (efficacité traitement).
	Fongicide	Phoma/Phomopsis	1 mois avant la récolte.
Pois prot.	Insecticide	Tordeuse	Quand les gousses sont bien formées.
		Sitone	4 - 6 semaines après le traitement (efficacité traitement).
Betteraves	Insecticide	Pucerons	3 - 5 semaines après le traitement (efficacité traitement).

Remarque : il est difficile, voire impossible d'estimer la différence de rendement physique à partir de l'observation des témoins. Seule la récolte peut donner un tel résultat.

Partager vos expériences !

- Il n'est pas toujours facile d'interpréter d'une manière objective les observations. En parler à quelqu'un peut vous donner de plus amples informations.
- Gardez une trace de vos observations (**carnet des champs, photos**). Notez aussi les absences de différences.
- Partagez vos observations et vos expériences acquises avec les témoins avec vos collègues et avec votre vulgarisateur (visite de cultures).
- Soyez curieux et prenez l'habitude d'installer des témoins lors de vos interventions. Vous allez à coup sûr vous enrichir d'expériences payantes !



Témoin de traitement herbicide dans les céréales.

En choisissant le mode extenso, on économise des frais d'intrants (régulateur, fongicide, insecticide, stimulateurs chimiques de synthèse des défenses naturelles, engrais N). De plus, on obtient une prime de CHF 400.-. Le calcul ci-dessous permet de savoir combien de dt/ha supplémentaires il faut produire en mode conventionnel pour obtenir le même résultat financier qu'en extenso.

Ce calcul sert d'exemple. A chaque agriculteur de faire sa propre estimation et d'affiner par rapport à sa situation (machines, produits phytosanitaires utilisés, taxe d'entrée au centre collecteur, etc.).

Exemples de calcul proche de la pratique

Cultures	Blé panifiable	CHF	Orge d'automne	CHF	Pois de printemps	CHF	Tournesol	CHF	Colza	CHF	Féverole	CHF
	Interventions économisées et prime											
Fumure	30 unités azote (N: CHF1.80)	55.00	30 unités azote (N: CHF1.80)	55.00								
Interventions phytosanitaires	2 fongicides	180.00	1 fongicide	100.00	2 insecticides	50.00	1 fongicide	100.00	1 fongicide	85.00	1 fongicide	60.00
	1 régulateur	30.00	1 régulateur	30.00	Dégâts lors du passage	70.00	1 insecticide	30.00	3 insecticides	100.00	1 insecticide	20.00
Passage pour les traitements (tracteur + pompe y.c. MO) CHF 80.-	2 passages	160.00	1 passage	80.00	2 passages	160.00	2 passages	160.00	4 passages	320.00	2 passages	160.00
Prime extenso		400.00		400.00		400.00		400.00		400.00		400.00
Total		825.00		665.00		680.00		690.00		905.00		640.00
Rendement conventionnel supplémentaire nécessaire	Prix net: CHF 45.-	18 kg/are (825.-/45.-)	Prix net: CHF 30.-	22 kg/are (665.-/30.-)	Prix net: CHF 33.-	21 kg/are (680.-/33.-)	Prix net: CHF 80.-	9 kg/are (690.-/80.-)	Prix net: CHF 82.-	11 kg/are (905.-/82.-)	Prix net: CHF 30.-	21 kg/are (640.-/30.-)
	IP-SUISSE: env. 10% du prix de base. 4.50.-/dt	24 kg/are *										

Prix net: correspond au prix moyen 2013-cotisations aux organisations professionnelles et taxe d'entrée.

* Rendement standard: 60 dt/ha ou kg/a

(18 dt/ha ou kg/a + ((60 dt/ha x CHF 4.50.-/dt)/CHF 45.-/dt) = 24 dt/ha ou kg/a)





Calcul

Cultures		CHF		CHF		CHF		CHF		CHF		CHF
Interventions économisées et prime	
Fumure												
Interventions phytosanitaires												
Passage pour les traitements (tracteur + pompe y c. MO) CHF 80.-												
Prime extenso												
Autre prime ou supplément												
Total												
Rendement conventionnel supplémentaire nécessaire												

Il est possible de définir différents scénarios (PER, extenso, bio, etc.).