

Projet de construction	Machines	Objectif	Conditions préalables
Sols reconstitués → Période transitoire de remise en culture de 4-5 années	Engins agricoles adaptés	Favoriser la restructuration, la stabilisation et les capacités de drainage et d'infiltration de toute l'épaisseur du sol reconstitué, éviter la prise en masse et le colmatage	Les horizons A et B ont été remis en place sans compaction sur le terrain nivelé et drainant

Clés du succès d'une remise en culture : 4-5 ans de transition avant la reprise d'une rotation culturale normale

Les sols reconstitués sont des matériaux terreux déposés au godet sans compaction. Au début, ils ne sont pas raffermis et présentent très peu de portance; leur structure est fragile et la porosité de drainage est faible. La **colonisation rapide de toute la profondeur du sol avec des racines vivantes est impérative** pour assurer le recouvrement des propriétés du sol, notamment la profondeur utile.

Plus le sol est enraciné profondément et densément, plus il est rapidement sec et portant et plus la restructuration naturelle se développe, créant une architecture du sol stable et résistante. Il faut **favoriser l'activité biologique** dans ces sols, notamment l'activité des vers de terre qui contribuent pour une bonne part à la structuration d'un sol en profondeur.

Ces principes sont valables pour tous les sols, qu'ils soient agricoles, forestiers ou urbains.



Seule une **prairie diversifiée** avec des **racines denses et profondes** permet de concilier couverture du sol, activité biologique, forte capacité de drainage et travail du sol minimal pour permettre au sol de retrouver sa fertilité.



La période transitoire de remise en culture débute par la mise en place d'une prairie maintenue **au minimum 3 ans**. Elle est **suivie par 2 années de cultures ménageant le sol** (céréales ou colza.)

La mise en place de cette culture transitoire permet d'éviter que les efforts accomplis dans un travail soigné de reconstitution des sols soit anéanti par :

- la migration des particules fines de surface vers la profondeur avec l'eau, ce qui provoque une « prise en masse » et un colmatage de la porosité profonde,
- une compaction profonde et irrémédiable par des interventions fréquentes sur les sols en conditions humides.

Il s'agit de cultures de restauration d'un sol et non de rente. Le but n'est pas économique. A cet égard, la remise en culture transitoire fait intégralement partie de la durée d'un chantier.

Dans le cas des chantiers importants (décharges, gravières, etc.) les rotations et la répartition des responsabilités sont définies à l'annexe 1.

Caractéristiques de la prairie

Les **plantes à croissance rapide qui couvrent vite le sol** doivent être combinées avec des **plantes à fort chevelu racinaire**, qui apportent une stabilité structurale de surface et améliorent la portance, et des **plantes à enracinement profond** qui structurent le sol en profondeur. Les mélanges de trèfles, graminées et luzernes des mélanges fourragers sont parfaitement adaptés à cette fin. A contrario, les jachères et les prairies fleuries ne conviennent pas.



La luzerne est la plante reine de la remise en culture, ses racines pivotantes peuvent descendre jusqu'à plus de 2m. Elle doit être complétée par du trèfle et plusieurs espèces de graminées pour le chevelu racinaire.



Prairie temporaire 3 ans contenant des légumineuses et des graminées

Choix de la prairie temporaire – Label ADCF Mélanges pour culture de 3 ans

Exemple : Mélange «L» Luzerne - graminées

Espèce	Densité du semis (grammes / are)		
	Mst 320	Mst 323	Mst 325
Luzerne	150	150	150
Trèfle violet longue durée, 2n	20	20	
Trèfle blanc à grosses feuilles			20
Trèfle blanc à petites feuilles			10
Dactyle tardif	60	60	60
Fétuque des prés		120	
Fétuque élevée			120
Fléole	30	30	
Ray-grass hybride*	60		
Total	320	380	360

* Variété de type intermédiaire entre le ray-grass anglais et le ray grass d'Italie
Source : Association pour le développement de la culture fourragère (ADCF)

Les mélanges fourragers d'une durée de 3 ans et de type L «luzerne-graminées» répondent parfaitement aux besoins d'une remise en culture. Ce sont des mélanges équilibrés :

Les mélanges 320 et 323 sont particulièrement bien adaptés car ils contiennent aussi du trèfle violet, autre légumineuse à racine pivotante profonde. Ils contiennent du dactyle - graminée adaptée à de nombreux types de sols et de climats, résistante à la sécheresse et au froid, et de la fléole – graminée bien adaptée aux sols frais et humides. Le mélange 320 contient du ray-grass. Le mélange 323 contient de la fétuque des prés, très résistante au froid et à l'humidité pour les conditions moins favorables aux ray-grass.

Le mélange final doit contenir au moins 15 kg/ha de luzerne et être semé en surdosant la quantité de graines de 20%.

Les caractéristiques locales, ainsi que les conditions d'exploitation de l'agriculteur sont à prendre en compte : le mélange peut être adapté pour autant que l'objectif de diversité/profondeurs de racines soit assuré. On pourra par exemple privilégier la fétuque élevée qui a un système racinaire puissant et plongeant et qui résiste particulièrement bien à la sécheresse.

Les mélanges «tout-prêts» disponibles chez les différents fournisseurs pour les remises en culture ne contiennent en général pas assez de luzerne.

A pH faiblement acide, un chaulage de fond est recommandé pour assurer la pérennité de la luzerne (chaux grossières 0-4 mm de calcaires du Jura). A contrario, un chaulage classique peut améliorer la levée et le début de la croissance de la luzerne mais ne réglera pas les problèmes d'acidité à moyen terme ou en profondeur.

A pH plus acide (pH < 6,5), la luzerne n'est pas adaptée, elle peut être remplacée par du trèfle violet ou autre espèce à racine pivotante profonde.

L'inscription au recensement peut se faire sous le **code prairie temporaire (601)** pour garder de la flexibilité dans l'exploitation.

Conditions d'exploitation : éviter tout risque de compaction



Les mottes se cassent avec difficulté sous les doigts
force de succion > 25 cb
Le sol est sec et sa portance est idéale



Les mottes se cassent facilement sous la pression des doigts
force de succion > 10 cb
Le sol est frais et sa portance est faible. Risques de compactations avec des machines lourdes



La terre se déforme et se pétrit sans se briser
force de succion < 6 cb
Le sol est humide et sa portance est insuffisante

Pendant toute la période transitoire de remise en culture : accès des machines à la parcelle uniquement lorsque le sol est sec (vérification par test à la bêche ou sondage tarière – **le sol doit être dur ou friable jusqu'à au moins 40 cm de profondeur**).

La première année, les sols ne sont pas encore raffermissés et le couvert végétal est jeune : le risque de compaction est très élevé :

- seule la production de fourrage sec (foin, regain) est adaptée.
- broyer et laisser sur le sol la coupe d'automne.
- utiliser des machines légères (max. 3 to/essieu) et si possible avec pneus basse pression.

A partir de la deuxième année :

- la récolte en préfané (autochargeuse et/ou enrubanné) est possible si les conditions météorologiques et d'état d'humidité du sol sont particulièrement favorables (temps sec et sol dur sur 40 cm de profondeur). Laisser les remorques de balles enrubannées en bord de champs.
- la récolte par ensileuse n'est pas adaptée car les charges à la roue des machines sont trop élevées.

Techniques culturales : semis, entretien et récolte

Pour assurer les fonctions attendues, la prairie doit être conduite en respectant les points suivants **pendant toute la période transitoire de remise en culture** (voir détails aux annexes 2 et 3)
L'objectif ne doit pas être le rendement à court terme, mais la fertilité du sol à long terme

Assurer une couverture dès le premier hiver

- **Semer le plus rapidement possible** le mélange prairial de 3 ans si les terrains sont remis à l'exploitant du printemps à fin d'été
- Si les terrains sont mis à disposition trop tard dans la saison, la mise en place d'un couvert d'hiver est indispensable pour **ne pas laisser le sol nu** en hiver. Le mélange prairial de 3 ans est semé au printemps suivant

Les conditions de semis sont détaillées en annexe 2.

Optimiser le semis = période propice + engins légers et portants

- Ne pas labourer
- Attendre quelques semaines pour que le sol se raffermisse
- Épierrier et préparer un lit de semence, **seulement si nécessaire**
- Privilégier le semis à la volée ou le semis direct
- Augmenter la dose de semis de 20%
- Contrôler les adventices. Dans certains cas, la technique du faux semis est indispensable. La première coupe (ou broyage) de nettoyage est particulièrement importante.



Eviter tout risque de compaction par le passage des machines agricoles

Accès machine décidé sur la base de l'observation de l'état d'humidité du sol jusqu'à 40 cm de profondeur par un pédologue



Uniquement machines légères sur sols secs ou frais sur les premiers 40 cm de profondeur

Broyer en cas de conditions trop humides, en particulier en automne

Laisser les remorques de balles enrubannées en bord de champs

Pas d'accès sur sol humide (plastique) sur les premiers 40 cm de profondeur



- Pas d'apport d'amendements organiques
- Pas de pâture (bovins, ovins, caprins, etc.)
- Laisser fleurir la luzerne au moins une fois par année
- Ne pas couper trop court (idéal 7 cm)
- Pas de fertilisation azotée pendant les 3 ans



Accompagnement de l'exploitation agricole

Une collaboration entre le spécialiste chargé du suivi pédologique et l'exploitant agricole est nécessaire à toutes les étapes de la période de remise en culture.

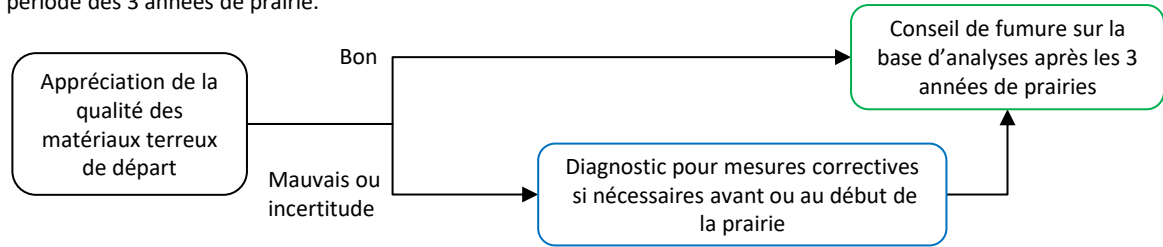
Fertilisation

La prairie est cultivée sans fumure azotée pendant les 3 années de prairie :

- favorise la luzerne;
- permet de mieux mettre en évidence certains défauts qui pourraient apparaître;
- laisse le temps au système sol – plantes – organismes de s'équilibrer.

En cas de doute sur la qualité des matériaux terreux utilisés et de la remise en état effectuée ou en cas de dysfonctionnement important, le spécialiste peut décider de mesures correctives pendant la période de remise en culture.

Au niveau chimique, un plan de fumure établi sur la base d'analyses de sols peut être proposé par le maître d'ouvrage à la fin de la période des 3 années de prairie.



Suivi pédologique et agronomique régulier

Le suivi de toute la période de 3 années de prairie (et des 2 années de cultures ménageant le sol dans le cas des grandes cultures) est primordial, à travers des observations/contrôles réguliers :

- des pratiques agricoles;
- des ornières ou mouilles;
- de l'évolution et du comportement de la végétation;
- de l'état d'humidité du sol pour décider de l'engagement des machines et du type de récolte;
- du développement des indésirables, néophytes envahissantes, etc.

Au terme des 3 années de prairie, le suivi comprend l'évaluation :

- de la structure du sol et l'enracinement;
- de la fertilité chimique (analyses de sols de matière organique, carbonates, N, P, K, Mg pour le conseil de fumure).

Interventions mécaniques correctrices

Toute intervention mécanique correctrice peut générer des impacts et doit être mûrement réfléchi, par exemple :

- ne pas drainer dès la première année si une mouille apparaît, le drainage naturel prend du temps
- si le besoin de décompactage est avéré* :
 - ne pas décompacter si les sols sont humides (comportement plastique)
 - choisir l'outil selon la profondeur de compaction constatée (ne pas décompacter trop ou pas assez profond)
- ne pas épierrier mécaniquement les sols fraîchement reconstitués (attendre les 3 à 5 années de transition au minimum), ne pas épierrier les cailloux au-delà du nécessaire (~ taille du poing, Ø 10 cm)

Références et sources

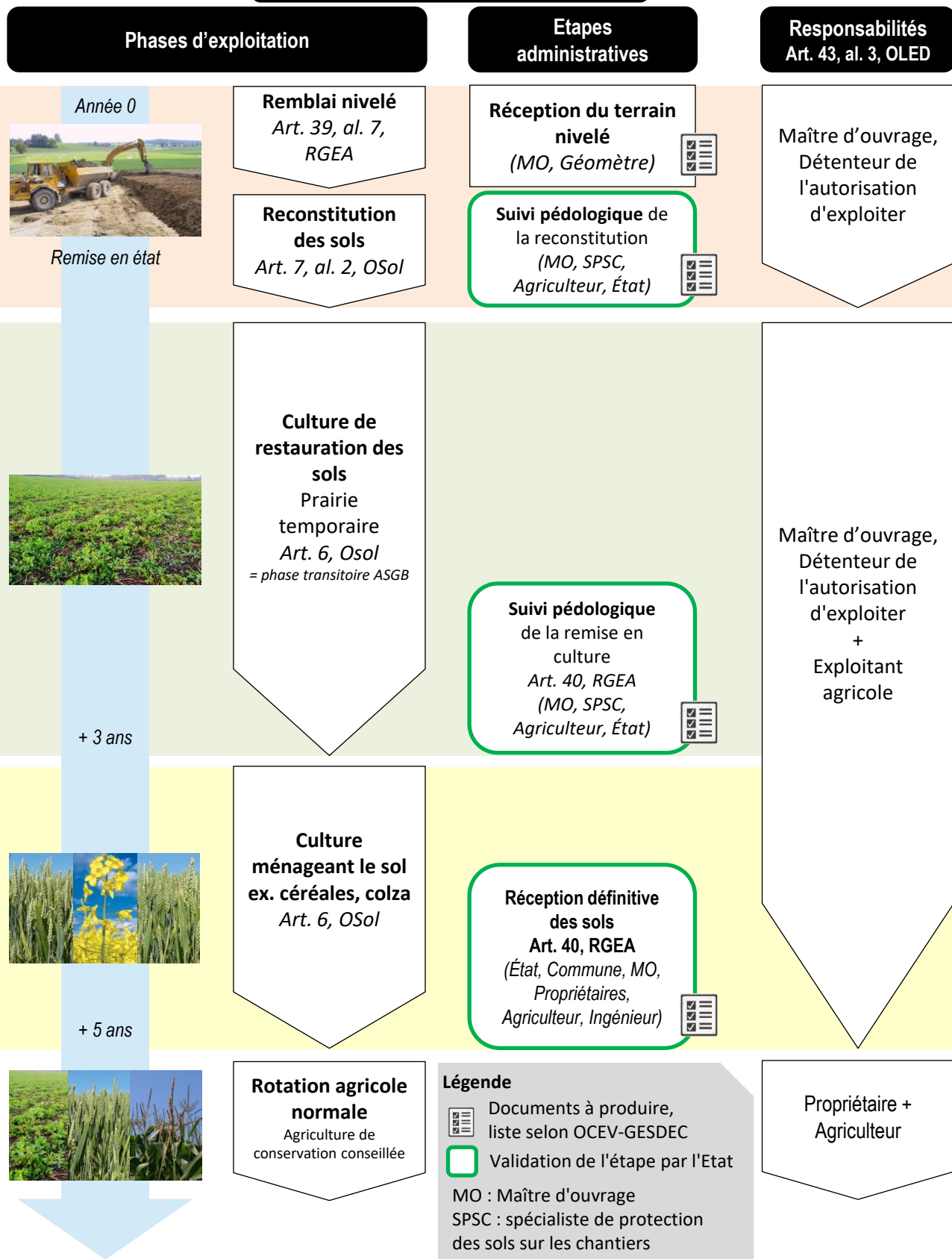
Production herbagères - Fiches techniques Agridea ADCF, édition mars 2022.
Directive ASGB pour la remise en état des sites: Directive pour la manipulation appropriée du sol, Association de l'industrie des Graviers et du Béton - Berne, 2021.
Réussir l'implantation des cultures. Enjeux agroécologiques, itinéraires techniques. Boiffin J., Laurent F., Richard G. (coord.), 2020. Edition Quae et Arvalis, Versailles et Paris, 440 p.
Connaissance de l'environnement : Sols et constructions – Etat de la technique et des pratiques, OFEV, 2015.
Fiche technique – pour la remise en culture des terrains reconvertis, Commission technique pour la reconstitution des sols du Canton de Berne, Rütli, 3052 Zollikofen 1997.
 * Fiche technique n°6 : *Mesure de réparation du sol - Décompacter, OCEV-GESDEC*

Conception



Canton de Vaud, DGE –GEODE-Sols / pEaudSol, Dr. V. Maître, pédologue, SPSC / J. Freymond, agriculteur / G. Huber, agriculteur
 Modifié par OCEV-GESDEC

Période transitoire de remise en culture des sols – Répartition des responsabilités

Exemple : Sites gravières / décharges



Légende

-  Documents à produire, liste selon OCEV-GESDEC
-  Validation de l'étape par l'Etat

MO : Maître d'ouvrage
SPSC : spécialiste de protection des sols sur les chantiers

PROTECTION DU SOL FICHE N°8

Modalités de semis de la prairie temporaire

Exemple : Mélanges pour cultures de 3 ans ADCF «L» Luzerne graminées

Période de semis	Printemps été (mi-avril - septembre)		Automne (septembre – mi-novembre)
Variante de base	1		2
Compléments possibles	+ Complément Printemps	+ Complément Eté	+ Complément Automne

Variante de base 1 : mi-avril → mi-septembre

Comment améliorer le mélange ?	<p>Les différents mélanges sont à choisir en fonction de multiples facteurs (altitude, précipitations, etc.) ; faire appel aux conseillers et pédologues spécialisés pour le choix. Dans tous les cas, le mélange doit contenir 15 kg/ha de luzerne inoculée et il faut surdoser le semis de 20%.</p> <p>La luzerne est adaptée aux sols neutres à alcalin avec du calcium disponible et le trèfle violet tolère les terres acides.</p> <p>Les Complément Printemps, Eté ou Automne peuvent être ajoutés selon la saison pour adapter la culture au site et à l'exploitation.</p>
Comment semer ?	<p>Semer à 2 cm de profondeur maximum (voir quelques graines en surface) pour une profondeur optimale.</p> <p>Il est conseillé de semer à la volée avec un semoir centrifuge type anti-limaces sur un quad/petit tracteur. La répartition des graines au sol lors de ce type de semis est meilleure. Il peut même être judicieux de semer la dose au semoir classique et de passer par-dessus au semoir centrifuge pour rajouter quelques kg de semences (6 à 8kg de luzerne par exemple) afin de couvrir l'interligne du semoir qui est entre 12.5 et 16.6 cm d'écartement dans la majorité des cas.</p> <p>Si le sol est trop aéré/soufflé, surveiller les limaces.</p> <p>Si le semis est fait à la volée, le réaliser si possible avant une pluie, ou le rouler en période sèche pour assurer un contact sol/graine de qualité et lutter mécaniquement contre les limaces.</p>
Quels itinéraires techniques et valorisations ?	<p>La récolte du fourrage se fera essentiellement en sec, en particulier la première année, afin d'avoir des chantiers « légers ».</p> <p>A partir de la 2^{ème} année, la récolte en préfané (autochargeuse ou enrubanné) est possible si les conditions météorologiques et d'état d'humidité du sol sont particulièrement favorables (sans pluie et sol sec sur 40 cm de profondeur).</p> <p>La récolte par ensileuse n'est pas adaptée car les charges à la roue des machines sont trop élevées.</p> <p>Lors de l'enrubannage, si possible déposer les balles sur les chemins chaintres pour que les manipulations de chargement ne se fassent pas sur les surfaces fraîchement remises en état (risques de tassements des sols encore foisonnés). Eviter les va-et-vient des engins sur les sols.</p> <p>Quelques pratiques clés dans l'exploitation de la luzerne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ne pas couper les tiges en dessous de 7 cm, cela permet un redémarrage rapide • la durée optimale entre 2 coupes est de 5 à 7 semaines • les feuilles sèchent 1,5 fois plus vite que les tiges. Une fois sèches, elles deviennent cassantes et risquent d'être perdues si le fourrage est travaillé aux heures chaudes de la journée
Que faut-il surveiller à court et long terme ?	<p>La pérennité de la luzerne doit être surveillée en suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la densité des plantes • La couleur des feuilles (possibles carences) • l'enracinement (profondeur, taille des pivots) • la nodosité (couleur, nombre et morphologie des nodules)

Modalités de semis de la prairie temporaire

Exemple : Mélanges pour cultures de 3 ans ADCF «L» Luzerne graminées

Variante de base 2 : septembre → mi-novembre + printemps n+1

Quel semis à l'automne ?

L'objectif est d'avoir une couverture végétale durant l'hiver qui a eu le temps d'installer des racines pour protéger et stabiliser le sol.

On choisira un **engrais vert hivernant** ou une **culture dérobée** en fonction de la période de semis. Le seigle est particulièrement bien adapté car il se caractérise par un fort chevelu racinaire fasciculé et qu'il peut être semé assez tard dans l'automne.

Septembre	Octobre-mi novembre
Ray-grass westerwold, par exemple mélange Tardisem	Seigle fourrager (150 à 180 kg/ha) + pois fourrager (50 kg/ha)
Avoine de printemps (200 kg/ha) + pois fourrager (50 kg/ha)	
Seigle forestier (80 kg/ha) + vesce velue (30 kg/ha)	Avoine de printemps (200kg/ha) + pois fourrager (50 kg/ha)
Mélanges d'engrais verts ou cultures dérobées hivernants	

Comment semer ?

Privilégier le semis à la volée ou le semis direct, effectuer le mélange avant de semer.

Quel semis au printemps/été suivant ?

Sous-semis en direct avec semoir à disques ou à la volée.

Cette technique est à privilégier car elle n'implique pas de charges lourdes sur les sols fraîchement remis en place. Le semis sera réalisé si la parcelle est propre pour éviter la concurrence entre les adventices (vérifier le type d'adventices et leur niveau de concurrence) et les plantes fourragères. Le sol devra également être bien nivelé pour que les travaux de fenaison des années qui suivent soient réalisés dans de bonnes conditions.

L'autre possibilité est de récolter le mélange semé à l'automne en enrubanné et de semer en direct après la récolte. Cette technique est toutefois plus risquée par le fait que le semis des fourragères est assez tardif dans la saison et que la sécheresse de l'été dans les semaines qui suivent peut nuire à la bonne installation de la prairie.

Quels itinéraires techniques et valorisations ?

Dans le cas d'une récolte en enrubanné, la valorisation se fera au stade grain-pâteux (fin juin) afin d'assurer des conditions de récolte favorables, c'est-à-dire lorsque les sols sont suffisamment secs pour supporter les charges (temps sec et sol dur sur 40 cm de profondeur). Même dans ces conditions, il faut impérativement laisser les remorques de balles enrubannées en bord de champ.

Ce stade grain-pâteux pour le seigle est moins approprié car le rendement en grains est plus faible que sur une autre céréale et les barbes peuvent être irritantes et baisser l'appétence. Distribuer ce fourrage avec une mélangeuse peut diminuer les refus. La récolte du seigle peut se faire fin mai suivi du semis de la variante de base 1 en direct après récolte.

Ne pas fertiliser le seigle car le sol très meuble et aéré va fournir les éléments nécessaires. Par ailleurs, une couverture moins intense du sol assurera la levée du sous-semis au printemps.



Racine de seigle



Seigle + pois fourrager semé en octobre de l'année précédente

Compléments d'information

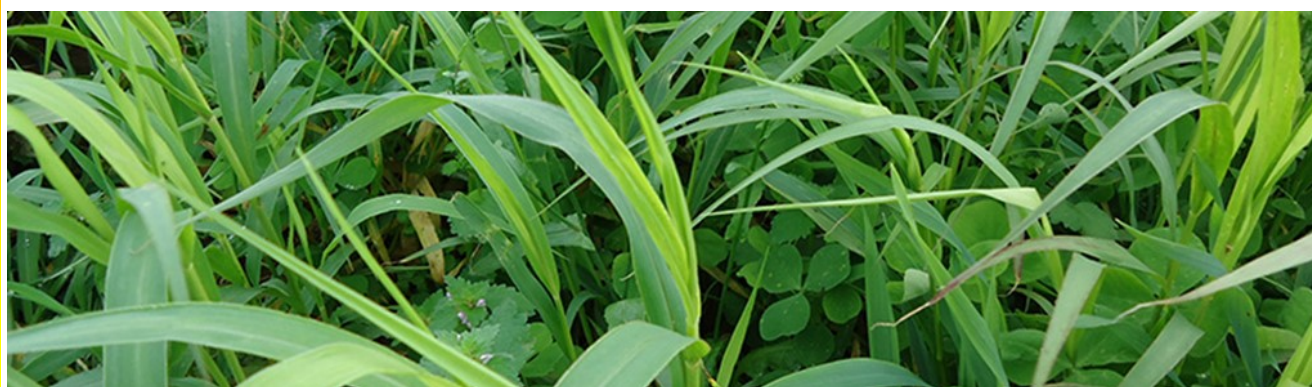
Semis de printemps : février à mai

Quel semis ?	Avoine rude ou avoine commune Rajouter 15 à 20 kg/ha d'avoine rude variété tardive pour augmenter la proportion de graminées annuelles apportant une stabilité structurale dans les 20 premiers centimètres du sol. Rajouter des graminées permet d'augmenter le sucre soluble dans les balles et donc une meilleure fermentation.
Comment semer ?	Mélanger aux semences fourragères et respecter les prescriptions expliquées dans la variante de base 1.
Quels itinéraires techniques et valorisations ?	La récolte se fera par enrubannage lorsque les sols sont suffisamment secs pour supporter les charges (temps sec et sol dur sur 40 cm de profondeur). Même dans ces conditions, il faut impérativement laisser les remorques de balles enrubannées en bord de champ.



Semis d'été : mai à juillet

Quel semis ?	Sorgho multi-coupe ou moha Rajouter 8 à 10 kg/ha de sorgho multi-coupe ou moha variété tardive pour apporter des graminées annuelles résistantes au sec et au chaud. Attention à ne pas trop densifier pour éviter une trop forte concurrence sur le mélange fourrager qui est moins vigoureux.
Comment semer ?	Mélanger aux semences fourragères et respecter les prescriptions expliquées dans la variante de base 1.
Quels itinéraires techniques et valorisations ?	La récolte se fera par enrubannage lorsque les sols sont suffisamment secs pour supporter les charges (temps sec et sol dur sur 40 cm de profondeur). Même dans ces conditions, il faut impérativement laisser les remorques de balles enrubannées en bord de champ.



Compléments d'information

Semis d'automne : juillet à novembre

<p>Quel semis ?</p>	<p>Seigle forestier : 60kg/ha, plus tardif que le seigle fourrager. Il produit une biomasse aérienne et racinaire très importante mais son cycle est excessivement long. Préférer ce seigle en-dessous de 600 m d'altitude, secteur plus précoce.</p> <p>Seigle fourrager : 100 à 120kg/ha, Plante agressive avec un gros chevelu racinaire fasciculé qui apportera de la stabilité racinaire et portance du sol.</p> <p>Semer du seigle fin d'été-début d'automne permet de compenser par une plante qui pousse à basse température le manque de couverture du sol de la luzerne sur l'hiver.</p> <p>Cette technique permet également d'augmenter la biomasse produite lors de la première coupe du printemps et d'augmenter les sucres solubles facilitant la fermentation des balles enrubbannées.</p> <p>La consommation d'eau du seigle est plus faible que celle du ray-grass.</p>
<p>Comment semer ?</p>	<p>Semis direct dans la prairie en place depuis 1 an.</p>
<p>Quels itinéraires techniques et valorisations ?</p>	<p>La valorisation par voie sèche de ce mélange n'est pas possible. Le stade idéal pour réaliser l'enrubannage est l'éclatement de la gaine (fin-mai) ou grain pâteux (fin juin). Le stade grain pâteux pour le seigle est moins approprié car le rendement en grains est plus faible que sur une autre céréale et les barbes peuvent être irritantes et baisser l'appétence. Distribuer ce fourrage avec une mélangeuse peut diminuer les refus.</p>

