

Formation

Cultures de couverture en grandes cultures

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du programme Prime-Vert.

Québec 

Avec l'appui de :



SPGBQ
SYNDICAT DES PRODUCTEURS
DE GRAINS BIOLOGIQUES DU QUÉBEC



Formation

Cultures de couverture en grandes cultures

Parcours 3 :

PRODUCTIONS CONVENTIONNELLE ET BIOLOGIQUE zone 3

Formation donnée par :

Contenu préparé par Anne Weill, agr. – Sylvie Thibaudeau, agr. – Isabelle Dorval, agr. (Groupe Pousse Vert)
© Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2025



Jour 3 : Chapitre 3

Systemes d'implantation et de gestion des cultures de couverture

- 3.1 Semis en intercalaire ou en dérobée
- 3.2 Autres scénarios de semis de cultures de couverture (CC)
- 3.3 Systemes d'implantation de CC à l'essai
- 3.4 Implantation de CC et sous-solage
- 3.5 Semoirs et techniques de semis
- 3.6 Fertilisation des cultures de couverture
- 3.7 Gestion des mauvaises herbes
- 3.8 Maladies et ravageurs
- 3.9 Methodes de destruction

Chapitre 3 - QUIZ 1

Dans la liste suivante :

- Le trèfle rouge
- Le trèfle blanc
- La vesce velue
- Le mélilot
- Le ray-grass
- Le radis
- L'avoine
- Le pois fourrager

A. Quelles sont les espèces intéressantes à semer en intercalaire dans une céréale?

B. Quelles sont les espèces intéressantes à semer en intercalaire dans le maïs-grain ou le maïs ensilage?

Chapitre 3 - QUIZ 2

Dans la liste suivante :

- Le trèfle rouge
- Le pois fourrager
- La vesce commune
- Le trèfle incarnat
- Le ray-grass
- Le radis
- L'avoine

C. Quelles sont les espèces intéressantes à semer en **postrécolte après une céréale?**

D. Quel est le meilleur moment pour semer une CC par rapport au sous-solage?

- Avant de sous-soler (le sous-solage est alors fait dans la CC en croissance)
- Après le sous-solage

Chapitre 3 - QUIZ 4

E. Quelle est la technique recommandée pour le semis intercalaire d'une CC dans une céréale :

- **en régie biologique?**
- **en régie conventionnelle?**

1. À la volée
2. À la volée avec passage subséquent d'une herse-étrille en prélevée de la céréale
3. À la volée avec passage subséquent d'une herse-étrille au stade tallage de la céréale
4. À la volée au moment du passage de la herse-étrille
5. En même temps que la céréale



3.1 Semis de CC en intercalaire ou en dérobée

3.1.1 Céréales

Semis en intercalaire en début de saison

Semis en dérobée après la récolte

3.1.2 Maïs

Semis en intercalaire en début de saison

Semis en dérobée après la récolte

3.1.3 Soya

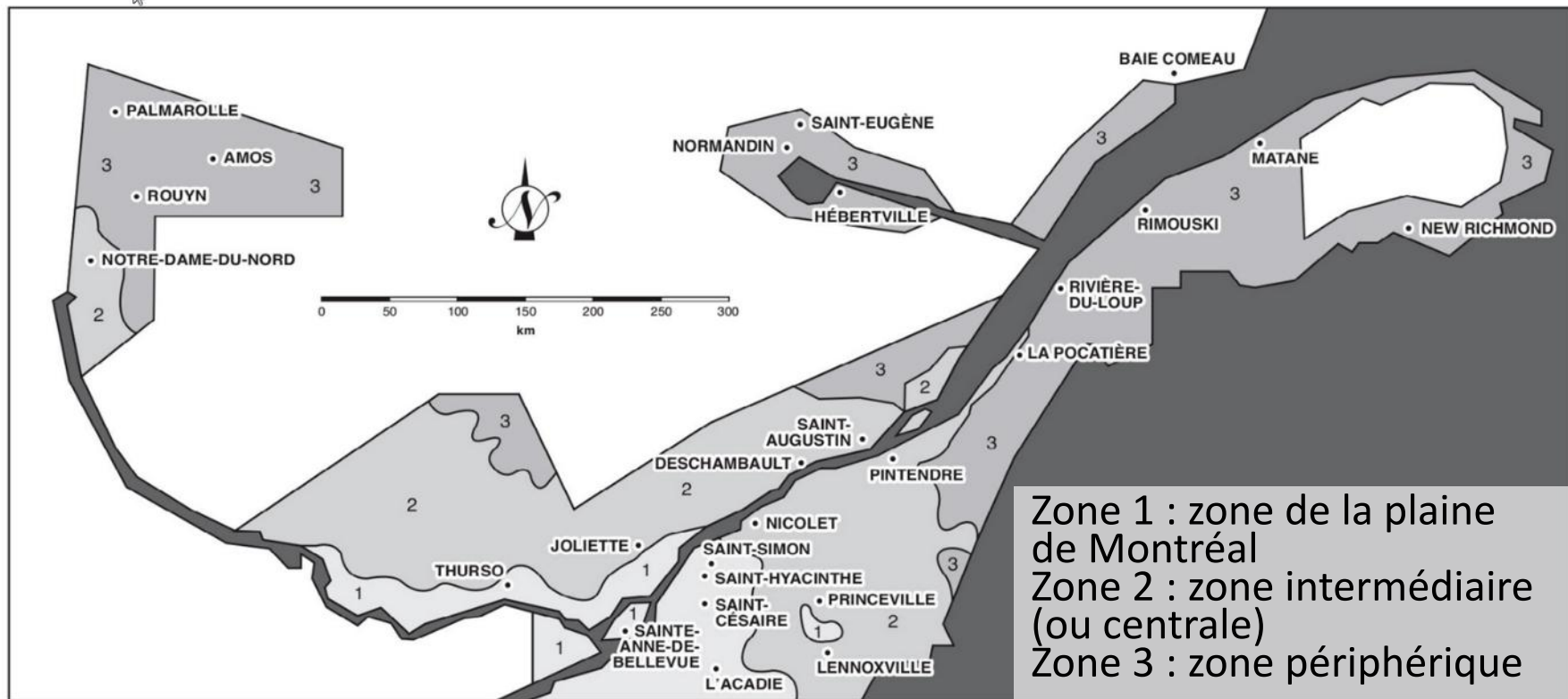
Semis en intercalaire en début de saison

Semis en intercalaire en fin de saison

Semis en dérobée après la récolte

Zones climatiques

Carte des zones agroclimatiques de production des céréales au Québec



Chapitre 3 - EXERCICE 1

Semis de cultures de couverture (CC) en intercalaire ou à la dérobée

Rotation : **Maïs ensilage – Blé de printemps – Avoine grainée – Prairie – Seigle d'automne**

Proposer, si possible, un choix de CC (seule ou en mélange) à semer en intercalaire ou à la dérobée pour chaque culture de la rotation de l'étude de cas et expliquer :

- le choix de la ou des espèces proposées,
- les avantages du couvert proposé,
- les précautions à prendre,
- le mode de semis.

Rappel de l'étude de cas :

La ferme Solscouverts Nordiques est une entreprise laitière qui cultive 120 ha de grandes cultures et 150 ha de fourrages en régie conventionnelle dans une région de 2000 UTM.

3.1.1 Céréales

- Plusieurs objectifs possibles
 - **Objectif 1 : Apporter de l'azote**
 - Légumineuse en intercalaire dans la céréale
 - En dérobée : mélange avec une très forte proportion de légumineuses (ou légumineuses seules)
 - **Objectif 2 : Protéger et améliorer le sol avant une culture qui n'est pas exigeante en azote**
 - En dérobée : mélange avec une proportion faible de légumineuses
 - **Objectif 3 : Recycler les éléments nutritifs des engrais de ferme**
 - En dérobée : mélange sans légumineuses



a. Semis en intercalaire dans une céréale

- En général, permet d'atteindre l'objectif 1 :
 - Apport d'azote pour la culture suivante
 - Améliore aussi la biodiversité et la structure du sol
 - Contrôle efficace des mauvaises herbes
- Les espèces doivent se développer lentement pour ne pas nuire à la céréale.
- Elles doivent continuer de se développer après la récolte.
 - = pas de nivellement prévu

Semis en intercalaire dans une céréale

Espèces possibles	<ul style="list-style-type: none">▶ Trèfle rouge 1 ou 2 coupes; Trèfle blanc seul ou en complément au T. rouge; Luzerne▶ Lotier = lent; ok si repousse le printemps suivant; Trèfle incarnat = trop variable▶ Mélilot = donne un goût au blé; Vesce velue = trop agressive ; Ray-grass = trop agressif	
Modes de semis à privilégier	<ul style="list-style-type: none">- Semoir en ligne en mélange avec la céréale (profondeur max : 2,5 cm)- Semoir muni d'une boîte pour les petites graines- À la volée : avec un semoir fixé sur la herse-étrille lors du passage en prélevée	Semis dans une céréale d'automne : <ul style="list-style-type: none">- À la volée sur sol gelé (vasage) ou dès que possible (véhicule tout terrain ou tracteur si sol portant)- Si la surface du sol a séché : herse-étrille pour enfouir un peu la semence
Dates de semis	<ul style="list-style-type: none">- En même temps que la céréale - ou quelques jours après- Semis à la volée au stade début-tallage : plus risqué- En bio : **compromis avec désherbage mécanique	Semis dans une céréale d'automne : <ul style="list-style-type: none">- Le plus tôt possible au printemps, avant que la surface du sol ne sèche Si semis hâtif de la céréale, semis de la CC en même temps si c'est une vivace

Semis en intercalaire dans une céréale (suite)

Précautions

La réussite dépend beaucoup de **l'humidité du sol** juste après le semis.

Sol sec : plantules lèvent, puis sèchent.

Destruction tard à l'automne (printemps : mottes et mauvaise de levée)

En régie conventionnelle : contrôle chimique possible, mais le glyphosate n'est pas efficace contre les trèfles.

En régie biologique : destruction partielle possible, couvre le sol partiellement en facilitant la reprise du travail de sol au printemps suivant

Faucher la paille et le trèfle juste après la moisson peut être favorable afin de :

- permettre à la paille d'être en contact avec le sol pour se décomposer
- éviter la montée en graine des mauvaises herbes
- favoriser la croissance du trèfle
- limiter le ratio C/N du trèfle en fin de saison s'il se développe trop en hauteur (plus ligneux)

Semis en intercalaire dans une céréale (suite)

Particularité du mode biologique

Semis direct de pois fourrager après la récolte dans le couvert végétal intercalaire si l'établissement du trèfle est inégal

Alternative

Particularité selon les régions

Applicable dans toutes les régions du Québec (zones 1, 2 et 3 des céréales)

Trèfle rouge intercalaire dans le blé



Trèfle Huia semé en même temps que l'avoine



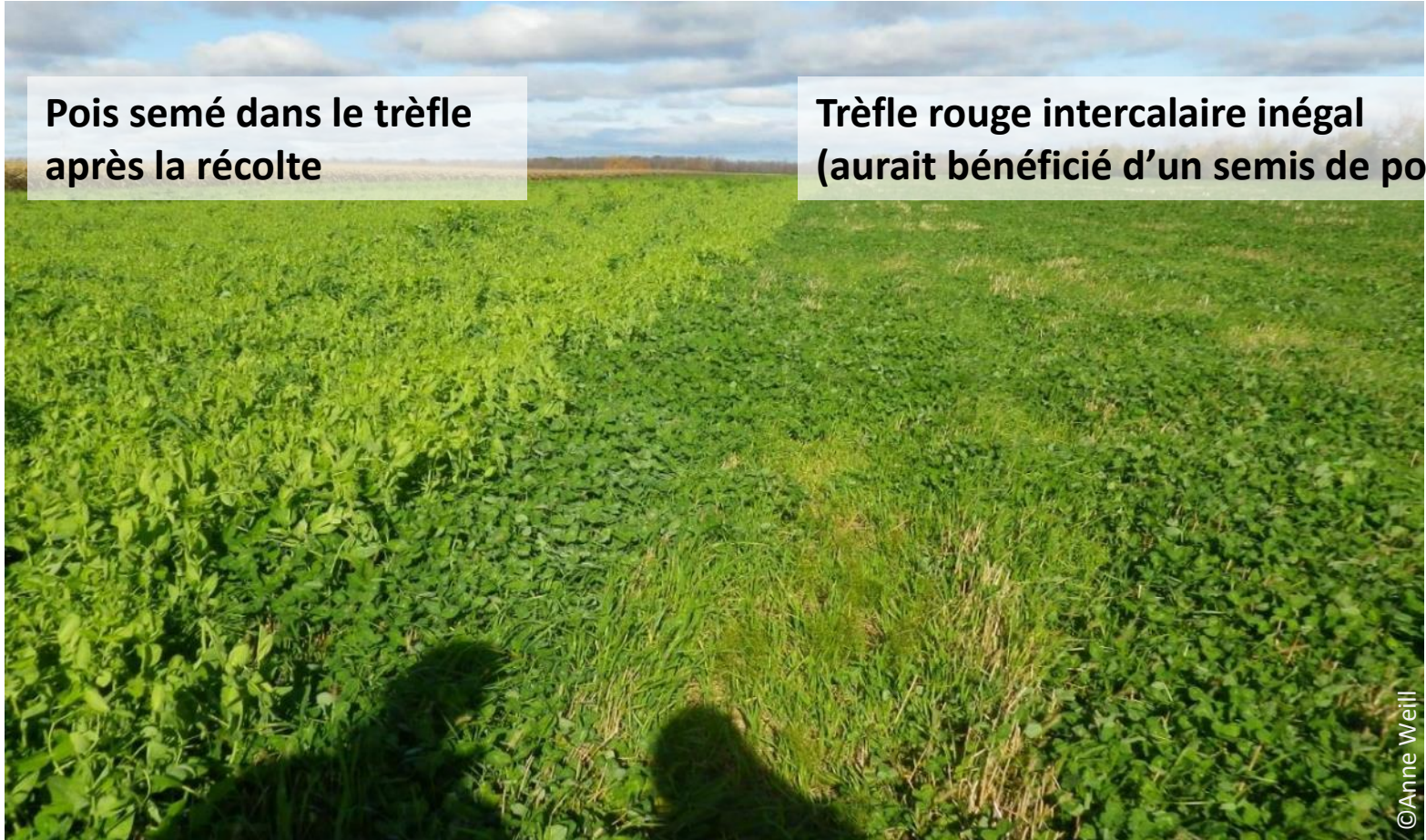
Le trèfle Huia reste court, ne nuit pas au battage de la céréale et n'a pas besoin d'être fauché.



Trèfle rouge intercalaire dans le blé

**Pois semé dans le trèfle
après la récolte**

**Trèfle rouge intercalaire inégal
(aurait bénéficié d'un semis de pois)**





b. Semis en dérobée après la récolte d'une céréale ou après une culture hâtive

- Permet d'atteindre plusieurs objectifs selon le scénario choisi
 - Objectif 1 : Apport d'azote pour la culture suivante
 - Objectif 2 : Protection et amélioration du sol
 - Objectif 3 : Recyclage des éléments nutritifs des engrais de ferme.
- La culture doit être récoltée suffisamment tôt pour permettre au couvert végétal de se développer.
- Les espèces doivent se développer rapidement et ne pas être trop sensibles au gel.
- Le contrôle des mauvaises herbes est parfois nécessaire avant l'implantation de la CC :
 - Régie biologique : travail de sol
 - Régie conventionnelle: contrôle chimique (en semis direct) ou travail de sol

Objectif 1 : Apport d'azote pour la culture suivante

- 6 à 8 semaines de croissance nécessaires
 - Semis très tôt
 - Possible en zone 3 :
 - dans les régions suffisamment chaudes
 - ou après la récolte d'une céréale d'automne ou d'une autre culture hâtive

Note : selon les espèces choisies, peut aussi permettre d'atteindre l'objectif 2.

Semis en dérobée après la céréale ou après une culture hâtive

Objectif 1 : Maximiser l'apport d'azote pour la culture suivante

Espèces possibles	Pois fourrager (pur ou en mélange), pois autrichien (dans un mélange), fèverole (en mélange) Mélange possible avec céréales ou crucifères, mais la légumineuse doit être dominante.
Modes de semis à privilégier	Semis au semoir en ligne (meilleur choix) Semis à la volée incorporé (plus risqué lorsque grosses semences)
Date de semis	Préféablement avant la mi-août, mais le succès dépend surtout de la longueur de la saison de croissance (variable selon les régions)
Précautions	Crucifère plutôt que céréale de printemps, si couvert non enfoui à l'automne (le paillis d'avoine limite le réchauffement et l'assèchement)
Particularité du mode biologique	Crucifères : si semis tôt, risque de production de graines + risque de graines dures
Particularité selon les régions	Possible en zone 3 lorsque semis avant la mi-août idéalement, mais biomasse variable.

Mélange avoine-pois-radis semé en dérobée, après la récolte du blé d'hiver



Objectif 2 : Protection et amélioration du sol avant une culture peu exigeante en azote

- Peu de légumineuses sont nécessaires dans le mélange
- Deux scénarios :
 - Semis tôt : plus de 6 semaines de croissance
 - mélange avec légumineuses
 - Semis tard : 4 à 6 semaines de croissance
 - pas de légumineuses dans le mélange

Semis en dérobée après la céréale ou après une culture hâtive

Objectif 2 : Protéger et améliorer le sol avant une culture peu exigeante en azote

Espèces possibles	<p>Semis tôt : mélange de céréales, crucifères et pois fourrager</p> <p>Autres espèces possibles : sarrasin, phacélie, tournesol</p> <p>Semis tard : idem, mais sans le pois fourrager et la phacélie. Le tournesol et le sarrasin sont très sensibles au froid, résultats variables.</p> <p>Plus on sème tard, plus il faut augmenter la dose de céréales et/ou de crucifères, pour compenser la plus courte période de développement.</p> <p>Le seigle peut être semé plus tard que les autres cultures de couverture.</p>
Modes de semis à privilégier	<p>Semis au semoir en ligne (le meilleur choix pour les semences plus grosses)</p> <p>Semis à la volée incorporé</p>
Date de semis	<p>Semis tôt : Idéalement autour de la mi-août, en zone 3</p> <p>Semis tard : Avant la fin août, en zone 3</p> <p>Seigle : Avant la mi-septembre idéalement, en zone 3</p>

Semis en dérobée après la céréale ou après une culture hâtive

Objectif 2 : Protéger et améliorer le sol avant une culture peu exigeante en azote (suite)

Précautions	<p>Destruction mécanique du seigle avant le semis : plusieurs passages requis, selon biomasse - risque de mauvaise levée</p> <p>Il est déconseillé de semer du maïs après le seigle (allélopathie).</p>
Particularité du mode biologique	<p>Crucifères : si semis tôt, risque de production de graines + risque de graines dures</p>
Particularité selon les régions	<p>En zone 3 : peu intéressant si le semis est fait après le 1 septembre, car biomasse moindre Scénario parfois utilisé après une céréale d'automne ou de l'orge, car récoltés plus tôt Ce sont plutôt les pertes au battage qui servent de CC.</p> <p>Du seigle d'automne peut être semé si du sarrasin, soya ou chanvre est prévu l'année suivante.</p> <p>Note: Bien que la biomasse aérienne soit moindre, les semis tardifs permettent tout de même une certaine protection des sols grâce au développement des racines.</p>

Avoine, pois fourrager, radis en dérobée après blé



© Sylvie Thibaudeau

Avoine, pois, radis en dérobée, après blé



© Sylvie Thibaudeau

Objectif 3 : Recycler les éléments nutritifs des engrais de ferme

- Scénarios similaires à la section précédente
- Principales différences :
 - La culture suivante devrait être exigeante en azote.
 - Privilégier les crucifères et éviter les légumineuses.
- Permet aussi de protéger et d'améliorer le sol.

Radis fourrager en postrécolte après du blé



© Sylvie Thibaudeau

Moutarde blanche

**Attention à la floraison,
montée à la graine imminente**



Moutarde d'Abyssinie (ou chou Éthiopien)



Avoine en semis direct, postrécolte après maïs ensilage



© Sylvie Thibaudeau

Radis après maïs ensilage



© Sylvie Thibaudeau

3.1.2 Maïs

- Plusieurs objectifs possibles pour les CC :
 - **Objectif 1** : Augmenter la biodiversité du sol et la colonisation du sol par des racines, et améliorer la structure du sol
 - **Objectif 2** : Protéger le sol pendant l'hiver et améliorer le sol
 - Les semis en intercalaire sont les plus appropriés dans la culture du maïs.
 - Dans le cas du maïs ensilage, le semis à la dérobée peut parfois être possible lorsque la récolte est hâtive, mais est plus risqué, car semis de la CC très tardif.



a. Semis en intercalaire dans le maïs

- Permet d'atteindre les objectifs 1 et 2

- Les espèces choisies doivent pouvoir se développer à l'ombre.

- Le choix de la date de semis est primordial :
 - Semée trop tôt, la CC fait compétition au maïs

 - Semée trop tard, la CC se développe très peu à cause de la compétition faite par le maïs.

Stades végétatifs du maïs








							
Stade (n ^{bre} de collerettes)	VE (0)	V1 (1)	V4 (4)	V6 (6)	V8 (8)	V12 (12)	VT (variable)
Pointe des feuilles	1	3	7	10	11	15	--
Feuille recourbée	0	2	6	8	10	14	--

Figure 2.1 Stades végétatifs du maïs

Source : Adapté de MAAARO. 2017

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2017. Reproduit avec la permission de l'Imprimeur de la Reine pour l'Ontario.



a. Semis en intercalaire dans le maïs (suite)

- La date et le mode de semis influencent beaucoup le choix des espèces à semer.
 - **Semis à la volée** : limite le taux de réussite et oblige à semer des espèces à petites semences qui font un bon contact avec le sol. Très dépendant de la pluviométrie après le semis, si pas d'incorporation simultanée.
 - **Semis dans des sillons** :
 - améliore beaucoup la levée grâce à un meilleur contact sol-semences
 - réduit les effets d'un manque de précipitation
 - permet de semer des espèces à grosses graines
 - permet de réduire le taux de semis, en comparaison avec un semis à la volée
 - permet de semer un peu plus tard, car levée plus rapide

Semis en intercalaire dans le maïs à la volée

Espèces possibles	<p>Vaste choix d'espèces : ray-grass annuel, radis, sarrasin, trèfle incarnat, trèfle d'Alexandrie, etc. Favoriser les espèces à petites semences</p> <p>Légumineuses vivaces = peu de biomasse, car développement lent</p> <p>En régie biologique : semis tard, donc choix restreint d'espèces; biomasse produite faible.</p>
Modes de semis à privilégier	<p>Semis à la volée incorporé ou non, avec semoir à la volée ou épandeur à engrais</p> <p>Le semoir à la volée peut être monté sur un équipement de sarclage, un applicateur d'azote, etc. La semence peut être appliquée en pleine largeur ou concentrée sur des bandes plus ou moins larges dans l'entre-rang du maïs.</p> <p>Certaines espèces (le ray-grass) peuvent être mélangées et épandues avec l'azote granulaire, en postlevée dans le maïs. Il est important de s'assurer que les semences et l'engrais soient projetées sur la même largeur d'application.</p>
Date de semis	<p>Stade V2 à V4 du maïs (ou 4 à 6 feuilles recourbées)</p> <p>En régie biologique, parfois stade V5 du maïs (ou 7 feuilles recourbées), à cause des sarclages</p>

Semis en intercalaire dans le maïs à la volée (suite)

Précautions

Si rendement du maïs élevé : biomasse de la CC très faible

L'espacement et l'orientation des rangs, ainsi que la densité du maïs affectent aussi la croissance de la CC.

La CC meurt dans un maïs ensilage très feuillu.

Attention à la compatibilité des herbicides avec les espèces choisies.

Particularité du mode biologique

Semis au moment du dernier sarclage

Éviter les plantes qui risquent de monter en graine durant l'été.

Détruire ray-grass et trèfle à l'automne, sinon repousse agressive.

Particularité selon les régions

De plus en plus fréquemment utilisé en zone 3, plusieurs scénarios fonctionnent bien et assurent une couverture supérieure à un semis en dérobée.

Semis en intercalaire dans le maïs à la volée

Ray-grass/trèfle incarnat/radis
en intercalaire dans le maïs



Ray-grass en intercalaire dans le maïs



Trèfle intercalaire dans le maïs

Si le trèfle est semé tard et que le maïs a un bon rendement, le développement de la CC est faible



Mélange multi-espèces en intercalaire dans le maïs



**Semis hâtif à la volée,
incorporation simultanée
avec peigne**

**(radis, navet fourrager, seigle
d'automne, trèfle incarnat,
vesce, ray grass annuel)**

© Isabelle Dorval

Semis en intercalaire dans le maïs dans le sillon

Espèces possibles	<p>Ray-grass annuel, radis, trèfle incarnat, trèfle d'Alexandrie, pois fourrager, sarrasin, vesce commune, niébé, féverole</p> <p>Légumineuses vivaces ou mélilot = peu de biomasse</p>
Modes de semis à privilégier	<p>Semis avec un semoir en ligne modifié, pour circuler dans les entre-rangs du maïs</p> <p>Unités de semis montées sur une barre porte-outils avec une trémie</p>
Date de semis	<p>Du stade V2 au stade V6 (ou 4 à 8 feuilles recourbées) du maïs</p> <p>Dès que les traitements herbicides sont terminés et que l'azote en postlevée a été appliquée (si requis)</p>

Semis en intercalaire dans le maïs dans le sillon (suite)

Précautions	<p>Similaire au semis à la volée</p> <p>Si l'azote est appliqué sous forme liquide avec un applicateur à disques ou à doigts, faire le semis de la CC après.</p> <p>En semis direct, la vesce velue doit être détruite avec du Dicamba (le glyphosate n'est pas efficace).</p>
Particularité du mode biologique	<p>À développer en agriculture biologique</p> <p>Similaire au semis à la volée</p>
Particularité selon les régions	<p>Le semis en sillon devrait mieux fonctionner que le semis à la volée, puisqu'il est moins dépendant des précipitations.</p>

Semis en intercalaire dans le maïs

Semis en intercalaire de 2 rangs de ray-grass dans le maïs



Semis en intercalaire de 3 rangs de trèfle incarnat dans le maïs



Radis fourrager (semé en sillons) en intercalaire dans le maïs



Pois fourrager (semé en sillons) en intercalaire dans le maïs



Trèfle incarnat



© Sylvie Thibaudeau

Seigle semé dans des sillons avec un semoir à céréales



© Sylvie Thibaut



b. Semis en dérobée après le maïs

- Permet d'atteindre l'objectif 1

- Semis de seigle après la récolte du maïs
 - Assure la protection hivernale du sol (résidus de culture du maïs + seigle)
 - La reprise du seigle au printemps suivant permet d'améliorer le sol.

Semis en dérobée après le maïs

Espèces possibles	Seigle d'automne
Modes de semis à privilégier	Semis avec un semoir de semis direct à céréales Semis à la volée suivi du passage d'un rouleau ou d'un léger travail du sol
Date de semis	Fin septembre pour la zone 3, les résultats sont moins intéressants lorsque semé trop tard.
Précautions	Seigle semé tard : survie et repousse plus faibles au printemps suivant Aura besoin de temps pour se développer
Particularité du mode biologique	La repousse peut être problématique avec le seigle, mais il est peu agressif et facile à détruire mécaniquement car semé tard.
Particularité selon les régions	Possible en zone 3 après un maïs ensilage uniquement, et variable selon la date de récolte de l'hybride et la saison. Risqué lorsque tardif.

Semis de seigle en semis direct après une récolte de maïs-ensilage



Seigle semé à la volée en postrécolte du maïs-grain, suivi d'un passage de rouleau



3.1.3 Soya

Note: La culture du soya est de plus en plus fréquente en zone 3. Peu de tests avec les cultures de couvertures dans le soya ont été réalisés, mais plusieurs techniques pratiquées en zone 1 et 2 pourraient être adaptées.

➤ Plusieurs objectifs possibles

- **Objectif 1** : Fournir de l'azote à la culture suivante et augmenter la biodiversité du sol et la colonisation du sol par des racines
 - Semis intercalaire en début de saison
- **Objectif 2** : Protéger et améliorer le sol
 - Semis intercalaire en fin de saison
 - Semis en dérobée en fin de saison



Semis en intercalaire dans le soya : en début de saison

- Permet d'atteindre l'objectif 1
 - Les espèces choisies doivent se développer lentement pour ne pas nuire au soya.
 - Technique en développement

- Permet d'atteindre l'objectif 2, mais :
 - Le sol ne doit pas être travaillé à l'automne, afin de permettre aux cultures de couverture de se développer suffisamment.

Semis en intercalaire dans le soya en début de saison

Espèces possibles	Trèfle blanc nain, trèfle Huïa, lotier Mélilot (résultats plus constants, même en année sèche, bonne survie à l'hiver)
Modes de semis à privilégier	Semoir en ligne (avec petite trémie) modifié, pour circuler dans les entre-rangs du soya (ou unités de semis montées sur une barre porte-outils avec une trémie) Semis à la volée, de préférence incorporé, avec semoir à la volée ou un épandeur à engrais de précision (taux de semis sont faibles)
Date de semis	2-3 feuilles trifoliées, afin que les intercalaires bénéficient de lumière avant que le soya ne recouvre les entre-rangs

Semis en intercalaire dans le soya en début de saison (suite)

Précautions	<p>Espacement de 76 cm (30 po), sinon manque de lumière</p> <p>Le soya doit couvrir ses rangs durant la saison, sinon les intercalaires peuvent trop se développer.</p> <p>Attention au choix d'herbicides</p> <p>Idéalement, ne pas travailler le sol à l'automne pour favoriser la croissance de la CC. Pas d'essais réalisés à long terme pour l'impact sur les maladies</p>
Particularité en biologique	<p>Fenêtre très courte (les rangs se ferment vite après le semis).</p> <p>Il se fait peu de soya sarclé aux 30 po en zone 3.</p>
Particularité selon régions	<p>Applicable en zone 2 et 3 si soya semé aux 30 po.</p> <p>À valider pour les autres espacements de semis.</p>

Semis en intercalaire dans le soya en début de saison

Mélicot



Trèfle Huia (en postrécolte)



Lotier - en mai suivant l'année de semis



Mélicot dans du soya qui ne ferme pas ses rangs



© Sylvie Thibaut

Semis en intercalaire dans le soya : en fin de saison

Espèces possibles

Céréales d'automne : une repousse est possible l'année suivante si le sol n'est pas travaillé à l'automne

Céréales de printemps

Légumineuses vivaces ou bisannuelles pour une repousse l'année suivante : peu probable en zone 3

Modes de semis à privilégier

Semis à la volée non incorporé avec un semoir à la volée ou un épandeur à engrais. Attention au patron d'épandage, l'uniformité est importante.

Date de semis

Période de prédéfoliation du soya, afin que les semences atteignent le sol. La date peut grandement varier selon les UTM du cultivar et la région.

Semis en intercalaire dans le soya : en fin de saison (suite)

Précautions

Soya semé en rangs espacés de 76 cm pour le passage du tracteur
Il peut être difficile de circuler entre les rangs de soya si ce dernier est versé.

Particularité du mode biologique

À tester, peu d'information disponible.

Particularité selon les régions

En zone 3, le choix du cultivar doit permettre une récolte hâtive pour laisser le temps au couvert de se développer.

Le moment de l'implantation est déterminant, on vise la mi-août ou quand le soya est encore vert.

Il est possible de développer la technique pour que cela devienne une façon d'implanter une céréale d'automne qui sera récoltée en grain l'année suivante.

Semis en intercalaire dans le soya : en fin de saison

Avant récolte du soya (fin septembre)



Après récolte du soya (mi-octobre)



Blé semé en prédéfoliation du soya, en train de germer



©Anne Weill

Seigle semé au début 20 % défoliation du soya, 150-180 kg/ha





Semis en dérobée après la récolte du soya

- Permet d'atteindre l'objectif 2, mais :
 - Le sol ne doit pas être travaillé à l'automne, afin de permettre aux cultures de couverture de se développer suffisamment.
- Peut être une technique d'implantation de céréale d'automne destinée à en récolter le grain, si la survie à l'hiver est bonne.

Semis en dérobée après la récolte du soya

Espèces possibles	Céréales de printemps ou d'automne
Mode de semis à privilégier	Semis avec un semoir en ligne ou en mélange avec du lisier. Possible de le semer à la volée avec incorporation superficielle.
Date de semis	Avant le début septembre pour l'avoine et la mi-septembre pour le seigle en zone 3. À adapter selon les réalités régionales.
Précautions	Il n'est pas recommandé de semer du maïs sur un retour de seigle.
Particularité du mode biologique	-
Particularité selon les régions	<p>En zone 3, le choix du cultivar de soya doit permettre une récolte hâtive pour laisser le temps au couvert de se développer.</p> <p>Le moment de l'implantation est déterminant, on vise à ne pas dépasser la mi-septembre.</p> <p>Il est possible de développer la technique pour que cela devienne une façon d'implanter une céréale d'automne qui sera récoltée en grain l'année suivante.</p>

Blé d'automne semé au semoir en post-récolte du soya

Semis réalisé le 25 septembre (tardif)



Stade 1F
à la mi-octobre



Blé d'automne semé au semoir en post-récolte du soya





3.2 Autres scénarios de semis de CC

3.2.1 Semis de pleine saison

3.2.2 Semis de soya dans le seigle

Chapitre 3 - EXERCICE 2

Rotation : Maïs – Soya – Blé de printemps

Le producteur veut ajouter une année complète de CC avant le maïs.

Pour chacune des deux situations suivantes :

- pression de mauvaises herbes extrêmement élevée
- pression de mauvaises herbes peu élevée

➤ Recommandez-vous un mélange fauchable? Non fauchable?

➤ Proposez un mélange.

➤ Indiquer :

- les avantages du couvert proposé,
- les précautions à prendre,
- le mode de semis.



3.2.1 Semis de pleine saison



- Plusieurs objectifs possibles :
 - **Objectif 1** : Améliorer et protéger le sol après un nivellement réalisé tôt en saison
 - **Objectif 2** : Faire compétition aux mauvaises herbes après une jachère contre les vivaces dans un système biologique
 - **Objectif 3** : Apporter une grosse quantité d'azote à la culture suivante dans un système biologique
 - **Objectif 4** : Augmenter la biodiversité du sol
 - **Objectif 5** : Diversifier la rotation
 - **Objectif 6** : Améliorer la structure du sol
- En général, répond à plusieurs objectifs en même temps

Semis de pleine saison

Espèces possibles	Utiliser un mélange plutôt qu'une seule espèce Possibilités nombreuses : voir mélanges vus au Chapitre 2 et beaucoup d'autres espèces possibles
Modes de semis à privilégier	Semoir à céréales
Date de semis	Mai-juin à début juillet dans les régions les plus chaudes
Précautions	Bien planifier afin de pouvoir faucher à temps les espèces qui peuvent monter en graine
Particularité du mode biologique	Voir chapitre 2
Particularité selon les régions	Si semis en juillet ou après, utiliser un mélange proposé dans la section « semis en dérobée ». Les résultats (couverture du sol, biomasse) peuvent grandement varier selon la longueur de la saison de croissance en zone 3.

Semis de pleine saison

Mélange de pleine saison (herbe du Soudan, trèfle annuel, pois, fèverole, moutarde, avoine, vesce, ray-grass)



© Pascal Genest-Richard

Vesce velue – seigle d'automne



Au printemps, la vesce velue est très agressive et a dominé le seigle qui avait été semé l'automne précédent

3.2.2 Semis de soya dans le seigle

- Le seigle doit être semé suffisamment tôt
 - Début septembre, pour maximiser croissance et survie
- Tôt au printemps, l'utilisation de l'eau par le seigle :
 - ... peut être bénéfique en favorisant l'assèchement et le réchauffement du sol des sols lourds lors d'années avec printemps frais et humide;
 - ... peut être néfaste en asséchant trop le sol, lors d'années avec un printemps hâtif, chaud et sec.



3.2.2 Semis du soya dans le seigle (suite)

- Gestion du seigle en régie conventionnelle :
 - peut être détruit avec du glyphosate, avant ou après le semis direct du soya (dans du soya RR).

- Gestion du seigle en régie biologique :
 - Peu réaliste en zone 3
 - Roulage : attendre la floraison pour éviter la repousse; mais floraison du seigle tardive au Québec = oblige à semer le soya tard en saison.
 - Les méthodes de destruction du seigle par roulage une fois le soya semé et levé sont en développement.
 - La destruction mécanique au printemps est favorable en zone 3, par rapport au roulage.

Semis du soya avant destruction chimique du seigle



© Sylvre Thibaut



© Sylvie Thibaudeau

Semis du soya *IP* après destruction chimique du seigle





Destruction mécanique du seigle

- Destruction mécanique difficile, selon développement du seigle :
++ passages peuvent être nécessaires



Destruction chimique du seigle

- Glyphosate très efficace
 - 0,67 L/acre seigle 6 à 12 po
 - 1,3 L/acre seigle 12 à 18 po



Destruction chimique du seigle

- « **TIMING** » en fonction de l'humidité du sol, des précipitations prévues et du type de sol
- Tenir compte des capacités du semoir à semer dans les résidus

Quizalofop versus glyphosate (9 jours après traitement)



Semis du soya dans le seigle roulé

Exemple pour la zone 1, mais peu probable en zone 3...



© Carl Bérubé




3.3 Systèmes d'implantation de CC à l'essai

3.3.1 Semis de seigle en pleine surface en même temps que le soya

3.3.2 Semis de seigle dans les futurs entre-rangs de soya

3.3.3 Intercalaires dans du maïs en rangs de 150 cm (60 po)

3.3.4 Semis sur couvert végétal (SCV)



3.3.1 Semis de seigle en pleine surface en même temps que le soya



- A l'essai : semis du seigle d'automne au printemps...
 - juste avant le soya
 - en même temps que le soya
 - juste après le soya
- L'effet répressif du seigle sur les mauvaises herbes a été clairement observé.
- L'effet sur le rendement est à valider avec plus de données.
- Faisabilité à valider en zone 3



3.3.2 Semis de seigle dans les futurs entre-rangs de soya



- En développement
- Automne
 - Seigle semé en bandes dans les futurs entrerangs du soya
 - CC annuelles (le radis ou la moutarde) semées dans les futurs rangs de soya
- Printemps
 - Soya semé en semis direct, dans les résidus des CC annuelles
 - Destruction chimique du seigle possible au stade unifolié du soya
 - À valider en zone 3



3.3.3 Semis en intercalaire dans du maïs en rangs espacés de 150 cm (60 po)



- « Corridors solaires »
- Permet d'améliorer la croissance des cultures intercalaires
- Baisse du rendement +/- 20 %, selon les premiers essais au Québec
- Mauvaises herbes possibles entre les rangs à cause de l'ensoleillement accru
- On s'attend à une augmentation de rendement de la culture subséquente.
- Essais en cours

Semis en intercalaire dans le maïs

Trèfle incarnat et ray-grass semés en intercalaire (rangs de maïs espacés de 150 cm)





3.3.4 Semis sur couvert végétal (SCV)



- Semer directement la culture principale dans un couvert végétal vivant.
- Ralentir le couvert végétal
 - Mécaniquement ou chimiquement
 - En début de saison durant une période suffisamment longue

3.3.4 Semis sur couvert végétal (SCV)

➤ Possibilités en régie conventionnelle

- Possibilité 1 :
 - Semer du trèfle intercalaire dans les céréales.
 - Semer du maïs l'année suivante dans le couvert de trèfle.
- Sur le rang de maïs : application d'un herbicide à base de Dicamba pour détruire le trèfle
- Entre les rangs : herbicide pour ralentir le trèfle, sans le détruire
- Problème : le trèfle est tué ou ralenti seulement au stade postlevée du maïs; un problème de compétition pour l'eau est possible.
- Le trèfle doit être détruit avant le soya suivant.

3.3.4 Semis sur couvert végétal (SCV)

- Possibilité 2 : plus prometteuse
 - Semer du lotier ou du mélilot dans le soya pour le conserver l'année suivante dans le maïs.

➤ Remarques

- Ce système en est à ses débuts.
- Quelques années seront nécessaires pour développer la technique, en particulier le contrôle du couvert végétal vivant sans trop affecter les rendements des cultures.
- En zone 3, la grande présence des prairies dans les rotations de cultures peut favoriser la transition (ex. : semis direct du maïs dans une prairie vivante)
- Plusieurs possibilités à explorer

Ménilot semé en intercalaire dans le soya (printemps suivant)



© Sylvie Thibaudeau

Rendements en maïs en 2021 selon différents traitements herbicides pour contrôler le méliot semé en intercalaire dans le soya l'année précédente

Application d'herbicide En prélevée	Application d'herbicide 3-5 feuilles	Rendement moyen (kg/ha)	Humidité (%)
1. Integrity	Liberty	13 680 ^a	27,3 ^a
2. Eragon + Merge	Liberty + Vios	13 373 ^a	25,9 ^a
3. Integrity	Aucun	12 221 ^b	26,8 ^a
4. Round Up + Blackhawk	Round Up	13 842 ^a	23,9 ^a
5. Round Up	Round Up + Vios	14 136 ^a	25,3 ^a

*= à 85 % de MS

Les résultats suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents à $p < 0,05$

Source : Thibodeau, S. et S. Mathieu. 2022. Rapport final. *Implantation à grande échelle de CC intercalaires dans le soya et démonstration des bénéfices pour le maïs l'année suivante.*



3.4 Implantation de CC et sous-solage

3.4.1 Sous-solage dans une CC établie

3.4.2 Semis de la CC immédiatement suivi d'un sous-solage



3.4 Implantation de CC et sous-solage

- L'implantation d'une culture de couverture représente une occasion de sous-soler en conditions sèches.
- Attention : le sous-solage doit d'abord être précédé d'un diagnostic de compaction réalisé dans les règles de l'art.
- Lorsque le sous-solage est réalisé, il devrait toujours être accompagné d'un semis de CC.

Chapitre 3 - EXERCICE 3

Sous-solage et CC - stratégies et espèces à semer

Rotation : Maïs – Soya – Blé d'automne

Après avoir réalisé des profils de sol, le producteur planifie de sous-soler quelques champs.

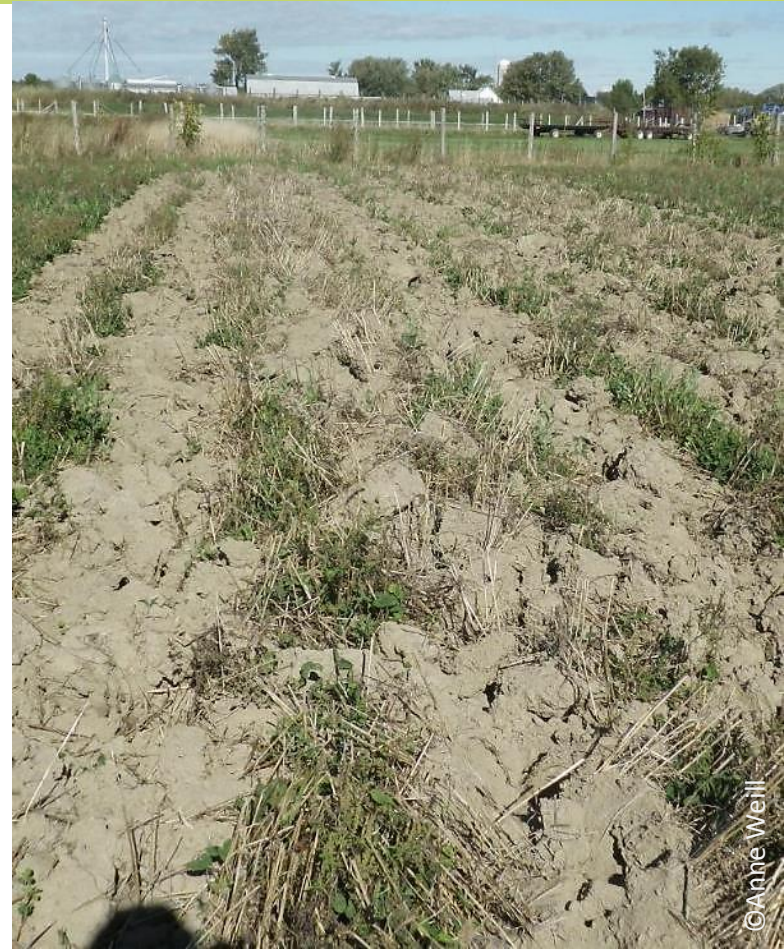
- Quand suggérez-vous de sous-soler?
- Comment pouvez-vous combiner sous-solage et CC? (2 possibilités)



3.4.1 Sous-solage dans une CC établie

- Les racines colonisent rapidement les fissures.
- Géométrie de sous-soleuse
 - Sols argileux :
 - Éviter les étançons courbés (détruit la CC)
 - Dents droites ou Michel = bon choix
 - Sols sableux : pas de restriction
- A faire dans un couvert bien établi en début de croissance (céréales, crucifères = bons choix)

Sous-solage dans une CC établie – dents en C



Sous-solage dans une CC établie – dents droites



Racines du sorgho-Soudan



Les racines du sorgho-soudan se développent dans les fissures créées par les dents de la sous-soleuse.



3.4.2 Semis de la CC immédiatement suivi d'un sous-solage

- La terre projetée recouvre les semences.
- Le semis peut être irrégulier s'il y a des gros blocs de terre.
- Utiliser un mélange qui germe rapidement (céréales, crucifères).



Cultures de couverture et système de drainage



- Les racines peuvent pénétrer dans les drains. Généralement elles sont évacuées.

- Rares cas de drains obstrués par les racines de CC :
 - souvent lié à une lacune du système de drainage
 - Pente faible
 - Des drains écrasés ou installés à contre-pente
 - Présence de raccords et manchons intérieurs plutôt qu'extérieurs

 - + conditions de fort développement des cultures



Cultures de couverture et système de drainage



- Pour diminuer les risques de colmatage par les racines (avec ou sans CC)
 - Surveillance régulière du système de drainage pour évaluer la présence de racines
 - Examen annuel des sorties de drainage
 - Examen du développement racinaire en réalisant des profils de sol profonds? Pas de procédure + très long
- Depuis 2023, le LEDP peut faire l'analyse des racines.



3.5 Semoirs et techniques de semis

3.5.1 Semoir en ligne

3.5.2 Semis à la volée avec incorporation

3.5.3 Semis à la volée non incorporé

3.5.4 Autres techniques de semis à la volée

3.5.1 Semoir en ligne

- Semis intercalaire avec semoir en ligne
 - Semis intercalaire dans les céréales
 - Semis intercalaire dans le soya ou le maïs
- Semis en dérobée avec un semoir en ligne
 - Semis en dérobée après les céréales
 - Semis en dérobée après le maïs ou le soya
- Donne de meilleurs résultats qu'à la volée, particulièrement avec les semences de 2 mm et plus.
- Le semoir à céréales (souvent utilisé pour les semis en dérobée) a :
 - soit une seule grosse trémie
 - soit une grosse et une petite trémie (cette dernière pour les petites semences)



Semis intercalaire avec un semoir en ligne dans les céréales

- Pour légumineuses à petites graines
- Peuvent être mélangées avec les céréales lors du semis.
 - Le semis à une profondeur maximale de 2,5 cm.
 - La levée des plus grosses semences (céréales) va aider les semences de trèfle rouge à bien émerger.
- Semences mises dans la petite trémie : tombent à la surface du sol ou dans le sillon
 - Un peu de terre est projetée par les disques ouvreurs des sillons pour les semences de la grosse trémie.
 - Pas de sarclage par la suite



Semis intercalaire avec un semoir en ligne dans le maïs ou le soya

- Possible d'utiliser un semoir à céréales modifié :
 - Déplacer les unités de semis et en laisser 2 ou 3 par entre-rang.
 - Les roues du semoir doivent circuler dans les entre-rangs.
 - Nécessite une hauteur de dégagement suffisante pour circuler jusqu'au stade V6 du maïs (8 feuilles recourbées).
- Possible d'installer des unités de semis sur une barre porte-outils reliées à une trémie

Semoir en ligne

Semoir à céréales adapté pour le semis en intercalaire dans le maïs



© Sylvie Thibaudeau

Semoir en ligne avec les deux trémies



Semoir en ligne avec petite et grosse trémie. Ce semoir est modifié pour semer une CC intercalaire dans le maïs



© Philippe Laplante, ferme Rayluc

Semoir pour le semis d'intercalaires, composé d'une trémie et d'unités de semis pour le placement des semences dans des sillons



© Philippe Laplante, ferme Rayluc



Semis en dérobée avec un semoir en ligne après les céréales

- Grosses semences ou mélanges de semences à grosseur variable
 - Dans la grosse trémie
 - Semis à 2,5 cm (ne pas dépasser)
 - La levée des plus grosses semences aide les plus petites semences à émerger

- Autre possibilité : les petites semences mises dans la petite trémie tombent à la surface du sol.
 - Terre projetée par les disques ouvreurs
 - Passage d'un rouleau = améliore le contact sol-semence



Semis en dérobée avec un semoir en ligne après les céréales (suite)

- Pour que les mélanges restent uniformes tout au long du semis
 - Les semences doivent être de formes différentes
 - L'ajout de graminées ou de sarrasin permet d'éviter la ségrégation des semences.
- Attention aux semences trop grosses
 - Ne passent pas dans les cannelures de distribution (problème avec certaines variétés de féverole)



Semis en dérobée avec un semoir en ligne après le maïs ou le soya (régions les plus chaudes)

- Après le maïs-grain :
 - Semoir à semis direct à cause de l'abondance des résidus de culture
 - Peu réaliste en zone 3 en raison de la récolte tardive...

- Après soya ou maïs fourrager : résidus moins problématiques
 - Semoir à céréales conventionnel : bon choix (selon la texture et l'état du sol)
 - Un travail superficiel peut être réalisé au préalable si on souhaite incorporer les résidus de récolte ou des engrais de ferme

3.5.2 Semis à la volée avec incorporation

- Solution si pas de semoir en ligne
- Plus rapide qu'un semis dans des sillons
 - préférable d'incorporer les semences par un léger travail de sol
- Le semis peut être fait avec des systèmes de distribution de semences ou d'engrais, de type pneumatique ou mécanique.
- Incorporation des semences peut être faite :
 - dans un même passage
 - dans un passage subséquent



Semis à la volée avec incorporation simultanée

Semis en intercalaire

- Pour les céréales
 - Trémies de distribution de semences installées sur un outil de sarclage (herse-étrille)
 - Possible pour les légumineuses à petites semences
 - La sortie des tuyaux se fait au milieu de la herse-étrille.
 - Si les tuyaux font tomber les graines avant toutes les rangées de dents de la herse-étrille, ces dernières sont trop recouvertes de terre.

Semis à la volée avec incorporation simultanée - Semis en intercalaire



© Anne Weill

Semis à la volée avec incorporation simultanée - Semis en intercalaire

- Pour le maïs ou le soya
 - Trémies de distribution : 2 possibilités
 - Installées sur le sarcloir pour un semis lors du dernier sarclage
 - sortie des tuyaux en avant ou en arrière des pattes de sarcleurs
 - si billonnage important, sortie des tuyaux juste en arrière de la dent de sarclage
 - si sarclage léger, sortie des tuyaux juste en avant des pattes
 - ou
 - Fixées sur une barre porte-outil avec
 - sections de peignes ou de houes rotatives placées vis-à-vis les entre-rangs de la culture principale

Semis à la volée avec incorporation simultanée - Semis en intercalaire

Semoir pneumatique et incorporation des semences dans un même passage pour le semis d'une CC intercalaire dans le maïs



Avec houes rotatives

© Kim Tourigny



Semis à la volée avec incorporation simultanée

Semis en dérobée

- Trémies en général installées sur un outil de travail du sol à disque ou à dents
 - Ne pas travailler le sol plus profond que 5-10 cm, sinon semences trop profondes
 - Résultats acceptables avec les céréales ou les crucifères, car la profondeur de semis n'est pas « critique »
 - Pas recommandé pour le ray-grass, les légumineuses à petites semences et la phacélie
- Privilégier le semoir à céréales pour les semences dispendieuses (pois fourrager, vesce et féverole par exemple).

Semis à la volée avec incorporation simultanée - Semis en dérobée

Semoir pneumatique et incorporation des semences dans un même passage après une céréale





Semis à la volée avec incorporation dans un passage subséquent

Semis en intercalaire

- Rarement utilisé, que ce soit pour les céréales, le maïs ou le soya
- Céréales
 - Possible de passer une herse étrille ou une houe rotative après le semis
 - Résultats variables
 - Utiliser de préférence une des méthodes décrites précédemment
- Maïs ou soya
 - Sarclage très léger possible pour enfouir les semences
 - Ou : utilisation d'un outil de travail du sol léger adapté pour passer uniquement entre les rangs des cultures



Semis à la volée avec incorporation dans un passage subséquent

Semis en dérobée

- Semis avec un système de distribution de semences (voir section précédente) ou avec un épandeur d'engrais granulaire
 - Si épandeur d'engrais : possible pour taux de semis élevé (grosses semences)
 - Incorporation avec une herse à disque ou à dents
 - profondeur de travail max. : 5-10 cm
 - Résultats acceptables avec les céréales ou les crucifères
 - Pas recommandé pour le ray-grass, les légumineuses à petites semences et la phacélie
- Incorporer les semences le plus tôt possible après le semis
 - Risque de germination et de levée avant le passage

3.5.3 Semis à la volée non incorporé

- Possible pour les petites semences (ray-grass, crucifères, légumineuses vivaces) et les céréales
 - Résultats très dépendants de la pluie et peuvent être assez médiocres
- Semis en intercalaire à la volée non incorporé
 - Peut fonctionner dans le maïs lorsque le semis est effectué hâtivement
 - Uniquement si incorporation impossible
 - semis d'intercalaires en début de saison en semis direct avec trop résidus de culture au sol
 - en fin de saison en pré récolte du soya
- Semis en dérobée à la volée non incorporé
 - Non recommandé

Semis du ray-grass à la volée (sans incorporation) en intercalaire dans le maïs-grain





3.5.4 Autres techniques de semis à la volée



- Semis en mélange avec l'engrais ou le lisier
- Semis à la volée en prérécolte
- Semis avec un drone

Épandeur de précision pour un semis à la volée en prédéfoliation du soya





Semis en mélange avec l'engrais ou le lisier

- Avec l'application d'engrais
 - Ray-grass et azote en postlevée du maïs
 - Attention: le stade idéal pour le semis de la CC n'est pas toujours le même que pour l'application d'engrais = compromis
 - Pour une bonne répartition :
 - réduire le taux d'application de l'engrais de 50 % et chevaucher les passages
- Avec le lisier :
 - Crucifères, graminées, mélangées dans le réservoir à lisier, au fur et à mesure de son remplissage
 - Le lisier doit être suffisamment dense pour que les semences s'y mélangent uniformément (ok avec le lisier de bovins), plutôt que de s'y déposer au fond (risque avec le lisier de porcs).
- Recommandation :
 - Incorporer les semences au sol avec l'engrais ou le lisier.

Semis du ray-grass en même temps que l'application d'azote granulaire en post-levée



© Sylvie Thibaudeau



Semis à la volée en prérécolte – autres méthodes

- Semis par la voie des airs
 - Possible pour le ray-grass, le trèfle et le seigle
 - Un semis à la volée par hélicoptère = meilleurs résultats qu'un avion, car plus précis
 - Les avions peuvent transporter plus de semences.
 - Les superficies à semer doivent être importantes, car précision insuffisante pour semer de petits champs de façon individuelle.

Semis par hélicoptère



Semis à la volée en pré récolte – autres méthodes

- Semis en intercalaire de fin de saison, en pré récolte du maïs
 - Avec rampe d'épandage pneumatique munie de tuyaux de distribution qui pendent entre les rangs du maïs, installée sur un tracteur à haut dégagement (système appelé « Highboy »)
 - Selon les espèces intercalaires, le semis peut se faire à partir de la sortie des croix du maïs et jusqu'à la récolte du maïs (pour le seigle d'automne).

Semis à la sortie des croix avec une automotrice



© Sylvie Thibaudeau

Seigle semé dans le maïs-grain à la sortie des croix

Parcelles d'essai
200 kg/ha



Semis à la volée en pré-récolte – autres méthodes

- Trémie pour les semences à l'arrière d'une moissonneuse-batteuse
 - Avec des tuyaux de distribution des semences qui passent sous la machinerie pour se rendre jusqu'aux cueilleurs sur la barre de coupe (nez de la batteuse)
 - Semis du seigle juste avant que les épis du maïs soient récoltés
 - Les semences sont ainsi distribuées à la volée, sous les résidus de récolte.
- Testé dans les zones 1 et 2 avec le maïs, pourrait être adapté en zone 3 pour la récolte d'autres cultures (céréales, canola..).
- Attention au patron de circulation de la moissonneuse-batteuse

Semis au moment de la récolte



© Sylvie Thibaudeau

Seigle semé à la volée en prérécolte du maïs

Parcelles d'essai
200 kg/ha





Semis avec un drone

- Dans cultures établies de maïs ou de soya : technique en développement
- Applicable pour des petites semences dont le taux de semis ne dépasse pas 10 kg/ha
- Pourrait être testé davantage pour le semis de CC à travers une céréale ou du canola.



3.6 Fertilisation des CC

Fertilisation des CC

- En général, fertilisation pas nécessaire
- Mais si peu de légumineuses dans le mélange, du N peut être nécessaire :
 - Épandage de fumier ou lisier avant le semis de la culture de couverture
 - Surtout pour les crucifères, qui nécessitent beaucoup d'azote pour pousser
 - Dans certains cas, si pas d'engrais de ferme disponible (peu d'azote dans sol, crucifères)
 - apporter 50 kg/ha d'azote sous forme minérale peut être une bonne option
 - S'assurer que le plan de rotation inclut une culture suivante qui pourra récupérer cet azote.

Fertilisation des CC (suite)

Tableau 3.13 Biomasse aérienne de différentes espèces de cultures de couverture, avec ou sans engrais de ferme

MS : matière sèche.

1. Les valeurs indiquées représentent la moyenne obtenue sur 5 sites, soit 2 sites avec lisier de porc et 3 sites avec fumier de poulet dans la région de Yamachiche. La quantité de lisier ou de fumier représentait en moyenne 100 unités d'azote.

Source : Groupe Envir-Eau-Sol Inc., 2012

Culture de couverture	Biomasse aérienne (t MS/ha) ¹	
	Avec engrais de ferme	Sans engrais de ferme
Moutarde blanche	5,3	2,6
Radis huileux	3,5	1,5
Avoine	4,7	3,0
Trèfle incarnat	3,5	2,8
Vesce commune	2,2	2,2
Pois fourrager	2,9	3,2

Fertilisation des CC (suite)

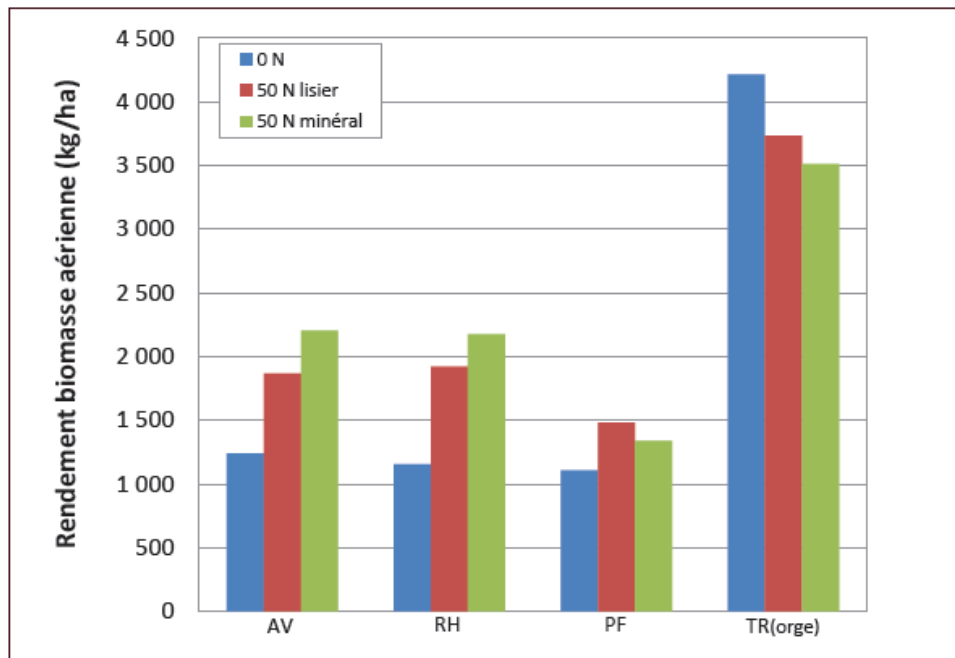


Figure 3.1 Rendement (kg/ha) de la biomasse aérienne des CC avec ou sans fertilisation

Première année (2014) d'un essai réalisé à Saint-Augustin-de-Desmaures

AV : avoine en dérobée; RH : radis huileux en dérobée; PF : pois fourrager en dérobée;

TR : mélange de trèfle rouge et de trèfle blanc en intercalaire.

Source : Langelier et coll., 2021



3.7 Gestion des mauvaises herbes

3.7.1 Choix des espèces pour limiter la croissance des mauvaises herbes

3.7.2 Choix des herbicides



3.7.1 Choix des espèces pour limiter la croissance des mauvaises herbes



- Considérations importantes pour tous les systèmes
- Cultures de couverture en dérobée
- Cultures de couverture de pleine saison
- Cultures intercalaires



Considérations importantes pour tous les systèmes

- Caractéristiques qui permettent la compétition aux mauvaises herbes
 - Vitesse de croissance élevée
 - Morphologie permettant de couvrir le sol
 - Capacité des espèces à récupérer l'azote rapidement
 - Crucifères : croissance rapide et port étalé en début de croissance, donc occupent espace et recouvrent le sol rapidement
 - Céréales : croissance rapide et établissement facilement

- Effet allélopathique ou répressif de certaines espèces (moutarde brune, seigle)

- En production biologique
 - Tenir compte de la montée en graine de certaines espèces (par ex., le sarrasin) : peuvent devenir des mauvaises herbes



Cultures de couverture en dérobée

- Choisir espèces qui poussent rapidement au départ
 - Crucifères, céréales, pois fourrager
 - Sarrasin (à détruire rapidement)
 - Seigle d'automne : très efficace
 - Pois fourrager



Cultures de pleine saison

- Inclure dans le mélange des espèces qui démarrent rapidement (plantes abris)
 - Très important si fauche impossible
 - Moins important si fauche possible
 - Si pression élevée des mauvaises herbes : choisir un mélange fauchable
 - Dans ce cas, les plantes qui doivent pousser durant tout l'été repoussent bien après la fauche (trèfles, luzerne)
 - La plante abri ne repousse généralement pas.



Cultures intercalaires

- Peu d'effet répressif des CC
 - Dans céréales et soya : légumineuses vivaces
 - Ne font pas compétition aux mauvaises herbes
 - Dans le maïs
 - Petite compétition possible avec semis au semoir en ligne et espèces qui poussent rapidement (sarrasin, crucifères)

3.7.2 Choix des herbicides

- Choisir un herbicide qui assure répression mauvaises herbes, sans effet sur les CC.
- Les étiquettes ne mentionnent pas les effets de la matière active sur les CC; donc, comparer avec les mauvaises herbes de la même famille botanique.
- Rémanence d'un herbicide : dépend de l'activité microbienne du sol, qui dépend à son tour du type de sol, de sa température et de son humidité, de sa teneur en matière organique, ainsi que de son aération.



Cultures intercalaires dans le maïs

- Choix restreint, car court délai entre application herbicide et semis CC (tableau 3,14 p.123)
 - Une seule espèce de CC
 - Effet anti-graminées avec CC feuilles larges, ou effet anti-feuilles larges avec ray-grass
 - Mélange d'espèces
 - Choix d'herbicides très limité



Cultures intercalaires dans le maïs

- Les herbicides peuvent causer des dommages aux CC (ralentissement croissance, blanchissement, biomasse moins élevée) sans les empêcher totalement de se développer.
- Application de glyphosate ou de glufosinate juste avant le semis de l'intercalaire
 - Choix le plus sécuritaire pour toutes les CC
 - Mais pas d'effets sur repousse éventuelle des mauvaises herbes



Cultures de couverture en dérobée (ou en pré-récolte du soya ou du maïs)

- Vérifier rémanence et effets résiduels des herbicides appliqués durant la saison; peuvent durer pendant plusieurs mois pour certains herbicides.
- CC classées de l'espèce la plus sensible à la moins sensible aux effets résiduels des herbicides
 - Radis fourrager
 - Pois autrichien
 - Trèfle incarnat = ray-grass annuel
 - Blé d'automne = avoine d'automne
 - Vesce velue
 - Seigle d'automne



Cultures de couverture dans les céréales

- Quelques herbicides sont homologués pour une application dans les céréales sous-ensemencées de trèfle ou autres légumineuses
- Bien contrôler les mauvaises herbes vivaces l'année précédente; peu d'options disponibles dans les céréales

Chapitre 3 - EXERCICE 4

Gestion des mauvaises herbes

Quels sont les choix d'herbicides pour chacune des CC indiquées dans le tableau suivant?

Tableau 2 : Choix des herbicides en fonction de la rémanence possible ou des effets sur la CC

Place dans la rotation	Espèces ou mélanges	Herbicides homologués Produits commerciaux/Période d'application
Intercalaire dans blé de printemps	Trèfle rouge + trèfle blanc (Trèfle blanc optionnel)	
Dérobée après blé	Pois fourrager + radis fourrager	
Intercalaire dans maïs	Ray-grass	
	Mélange ray-grass, radis, trèfle incarnat	
Intercalaire dans soya	<u>Intercalaire à l'automne :</u>	
	Céréale d'automne	



3.8 Maladies et ravageurs

3.8.1 Maladies

3.8.2 Insectes

3.8.3 Limaces

3.8.1 Maladies

- Sclérotiniose
- Maladies racinaires
- Maladies et crucifères



Sclérotioniose

- Attaque plusieurs cultures
 - Soya, haricot, pois, canola et tournesol
- Cultures infectées par la libération aérienne de spores qui proviennent des apothécies produites par les sclérotés
- Attention aux cultures qui suivent des CC de pois ou le tournesol
 - Tournesol : mode d'infection unique
 - Infection des racines par le mycélium produit lors de la germination des sclérotés présents dans le sol
 - Les sclérotés se retrouvent en surface des racines.
 - À éviter dans les champs qui ont un historique de sclérotiniose
 - Après CC de pois, semer du maïs ou du blé



Maladies racinaires

- *Pythium*, *Fusarium* ou *Rhizoctonia* (maladies communes à plusieurs cultures)
- Maïs après du seigle : déconseillé
 - Seigle sensible aux champignons pathogènes communs au maïs
 - + effet allélopathique du seigle sur le maïs
 - Si maïs après seigle, prévoir un minimum de 14 jours entre la destruction du seigle et le semis du maïs.



Maladies et crucifères

➤ Hernie des crucifères

- Commune à plusieurs espèces : canola, moutardes et certaines cultures maraîchères (chou, chou-fleur, radis et rutabaga)
- Pas de CC de moutardes si rotation avec canola

➤ Moutarde brune

- peut réduire certains problèmes
 - Verticilliose de la pomme de terre
 - Certaines maladies occasionnées par *Phytophthora*, *Pythium* et *Rhizoctonia*
 - Certains nématodes (vérifier la spécificité de contrôle de la variété utilisée de moutarde vs le type de nématodes)

3.8.2 Insectes et limaces

- Phénomène du « green bridge »
- Vers gris-noir
- Légionnaire uniponctué
- Mouche des semis
- Mouche de Hesse
- Vers blancs
- Vers fil de fer
- Limaces

Insectes et limaces

- « Green bridge » (passage d'une culture à l'autre)
 - Quand il y a des CC présentes dans le champ au printemps : certains insectes peuvent s'en nourrir.
 - Si la culture principale émerge avant que la CC ne soit complètement morte (ou détruite), les insectes se déplacent de la CC vers la culture fraîchement émergée et attaquent les jeunes plantules.
 - Recommandation : détruire les CC environ deux semaines avant le semis de la culture.

Insectes et limaces

➤ Vers gris-noir

- Attaque graminées, maïs, soya, céréales, prairies, canola, etc.
- Troue le feuillage et coupe les plants au niveau du sol
- Les plus à risque : champs ayant un couvert végétal au printemps tel que
 - mauvaises herbes
 - résidus de culture
 - CC de graminées
- Période de 2 à 3 semaines nécessaire entre la destruction du couvert végétal et le semis de la culture = retarde le semis

➤ Légionnaire uniponctuée

- Attirées par les graminées vivaces ou les peuplements denses de céréales
- Les larves se nourrissent des cultures (prairies, céréales, maïs, soya, canola) surtout la nuit.
- Si CC de graminées présentes en début de croissance du maïs
 - les larves peuvent migrer vers le maïs, une fois le feuillage des graminées défolié.
- Les infestations de légionnaires sont sporadiques (tous les 5 à 10 ans).

➤ Mouche des semis

- Ponde dans les fissures de sols humide qui dégagent une odeur de matière organique en décomposition
 - résidus de culture fraîchement incorporés, fumier
- Les jeunes larves
 - se nourrissent de la MO en décomposition
 - pénètrent dans les grains en germination
 - peuvent aussi affecter les racines.
- Attaquent surtout le maïs, le soya et le canola
- Fréquence des dommages : occasionnelle
- Si des CC sont incorporées au sol, il est recommandé d'attendre au moins 2 semaines avant de semer.

➤ Mouche de Hesse

- Trois générations possibles au cours d'une année
- Mai : émergence des adultes, puis ponte des œufs sur les feuilles
- Les jeunes larves se déplacent jusqu'à la base des plants de blé. Elles se nourrissent de la sève injectant une enzyme digestive dans les tiges.
- Fin septembre à début d'octobre : ponte sur des repousses de blé de printemps ou sur du blé d'automne semé hâtivement
- Affecte surtout le blé de printemps semé le printemps suivant dans les champs autour

➤ Vers blancs

- Associés à trois insectes différents, soit le hanneton commun, le hanneton européen et le scarabée japonais
- Les larves (ou vers blancs) se nourrissent des racines des cultures de maïs, soya, céréales et prairies.
- Les situations les plus à risque sont les retours de prairies de graminées ou les CC de graminées.

Insectes et limaces

➤ Ver fil-de-fer

- Attaque les grains et les racines des cultures de maïs, soya, canola, céréales et prairies.
- Les champs de graminées fourragère et de céréales favorisent le ver fil-de-fer.
- Des cultures non hôtes (luzerne, sarrasin) peuvent aider à réduire les populations de cet insecte :
 - Moutarde brune ou sarrasin à l'intérieur de la rotation : contribue à réduire les dommages
 - Moutarde brune considérée comme un biofumigant naturel
 - Meilleurs résultats lorsque la moutarde est coupée et incorporée au sol avant que la culture principale soit ensemencée

➤ Limaces

- S'attaquent aux grains et aux jeunes plantules de maïs, de soya, de canola, de céréales et de graminées fourragères.
- Laissent des trous au pourtour irrégulier et des traces de mucus sur les feuilles.
- Des résidus en surface ou un bon couvert végétal favorisent la présence de limaces, surtout si printemps froids et humides, car émergence et croissance lentes.
- Présence de limaces observée dans du maïs en semis direct après une CC de moutarde, mais pas sur un retour de pois fourrager.
- Les limaces présentes dans des couverts végétaux vivants pourraient s'alimenter de ces végétaux plutôt que de se déplacer vers les cultures.



3.9 Méthodes de destruction

3.9.1 Destruction des annuelles

3.9.2 Destruction des annuelles hivernantes, bisannuelles ou vivaces

Chapitre 3 - EXERCICE 5

Que proposez-vous comme **méthode de destruction** pour chacune des CC des cicecices 2 et 3? Justifiez votre choix.

Vous pouvez utiliser le modèle de tableau suivant (tableau 3) pour organiser vos réponses.

Place dans la rotation	Espèces	Méthode de destruction Date/outil/explication



3.9.1 Destruction des annuelles

- Système avec travail du sol
- Système de semis direct
- Semis sur billon avec décapage sans herbicides



Système avec travail du sol

- Plusieurs méthodes de destruction de la CC
 - Par le gel à l'automne
 - Par incorporation partielle et superficielle à l'automne
 - Par fauche l'automne
 - Par incorporation plus profonde et complète à l'automne



Systeme avec travail du sol (suite)

- Par le gel à l'automne
 - La CC est laissée à la surface durant l'hiver.
 - Si risque que la CC monte en graine, on fauche avant le gel mortel.



Systeme avec travail du sol (suite)

- Par incorporation partielle et superficielle à l'automne
 - La date est fonction du type de couvert : si CC très riche en azote, incorporer le plus tard possible afin de limiter la décomposition et les pertes de nutriments.
 - Souhaitable pour éviter un mauvais taux de germination si
 - Biomasse importante
 - Espèces avec tige très ligneuse (exemples : lin, moutarde)
 - Sols limoneux ou sableux très fins
 - En général, restent froids et ne sèchent pas rapidement au printemps.
 - Les résidus peuvent retarder de façon importante les opérations culturales (surtout avoine car forme un tapis continu).



Systeme avec travail du sol (suite)

- Par fauche à l'automne
 - Amorce la décomposition de la CC, ce qui peut faciliter les opérations au printemps.
 - Permet aussi d'arrêter la croissance de l'engrais vert avant qu'il devienne trop ligneux.
- Par incorporation plus profonde et complète à l'automne
 - Dans ce cas, il ne reste que la préparation du lit de semence à faire au printemps.

Incorporation partielle et superficielle






Système de semis direct

- Plusieurs méthodes de destruction ou de gestion de la CC
 - Par le gel à l'automne
 - Par la fauche à partir du stade floraison
 - Par l'utilisation d'un tasse-résidus à l'automne et au printemps ou seulement au printemps
- Impossible d'incorporer la CC
 - Pour permettre au sol de se réchauffer et de sécher, la biomasse de la CC ne doit pas être trop importante.
 - Important : choisir l'espèce en fonction de la date de semis de façon à avoir une biomasse et un stade de développement convenables en fonction des objectifs poursuivis.




Semis sur billon avec décapage sans herbicides

- Le décapage du billon permet d'enlever les résidus de CC tuée par le gel dans la zone de semis.
- Souvent utilisé pour un semis de maïs sur retour de soya ou l'inverse
- Peut aussi être employé sur un retour de couvert végétal détruit par le gel



3.9.2 Destruction des annuelles hivernantes, bisannuelles ou vivaces



- Système avec travail du sol
- Système de semis direct
- Semis sur billon avec décapage sans herbicides

Certaines espèces de cultures de couverture repoussent de façon agressive au printemps (exemples : trèfle rouge, mélilot, seigle). Si aucun herbicide n'est utilisé, il faut s'assurer de les détruire adéquatement afin de pouvoir préparer un bon lit de semence.



Système avec travail du sol

- Plusieurs méthodes de destruction des CC qui repoussent au printemps
 - Incorporation superficielle tard à l'automne
 - L'incorporation est terminée au printemps.
 - Incorporation plus profonde et complète à l'automne : préparation du lit de semence reste à faire au printemps
 - Incorporation plus profonde et complète au printemps dans les sols légers (à éviter en sol lourd)
 - Par un herbicide à l'automne ou au printemps



Système avec travail du sol

- Une destruction superficielle au printemps est risquée
 - De nombreux passages d'outils peuvent être nécessaires.
 - Assèche beaucoup le lit de semence donc mauvaise levée de la culture.
 - La quantité de résidus dans le lit de semence peut aussi affecter la levée.
- Après la destruction printanière d'une CC
 - Attendre un peu avant de semer la culture afin que la décomposition de la matière fraîche s'amorce.
 - Très important pour le seigle qui a des propriétés allélopathiques.



Système de semis direct

- Destruction avec herbicides
- Dans le cas du seigle d'automne, en production biologique
 - Rouleau crêpeur : écrase les tiges du seigle au stade épisaison (Zone 1 et 2)
 - Semis de soya avant de rouler le seigle : technique en développement
 - En zone 3, la technique pourrait être adaptée, mais il est probable que l'épisaison soit trop tardive pour permettre le semis du soya.
 - Note : l'utilisation d'un rouleau crêpeur requiert un relief du champ très uniforme (pas de cuvettes ou de baissières, attention aux planches rondes...)



Semis sur billon avec décapage sans herbicides

- Le semis sur billon décapé dans un couvert vivant est une technique en développement.
 - Technique délicate; peut attirer certains insectes comme la légionnaire.
- Si CC uniquement en bandes dans l'entre-rang = peut être détruite avec un sarcler lourd.

3.9.3 Utilisation de certains herbicides

- Herbicides non sélectifs et peu résiduels (exemple: glyphosate) automne ou printemps
- Le cas du trèfle rouge:
 - Dicamba ou dicamba + glyphosate à l'automne (mi-octobre à fin octobre)



3.9.4 Outils de travail du sol utilisés pour l'incorporation



- Incorporation superficielle
- Incorporation profonde



Outils de travail du sol utilisés pour l'incorporation

- Incorporation superficielle
 - Outils à disques : mélangent bien résidus et terre
 - Déchaumeuse à disque, outil combiné disques-dents, offset
 - Outils à dents : efficacité variable
 - Peuvent bourrer
 - Cultivateur lourd, chisel (travail plus profond)



Outils de travail du sol utilisés pour l'incorporation

- Incorporation profonde
 - Labour
 - Outil combiné disques-dents
 - Chisel

Fin du chapitre 3

Fin du Jour 2

La formation se poursuit au Jour 3

Des questions?

