

FORMATION
CULTURES DE COUVERTURE EN GRANDES CULTURES

PARCOURS 2 : PRODUCTION BIOLOGIQUE – ZONES 1 ET 2

JOUR 1 – CHAPITRES 1 ET 2 :

SOLUTION DES EXERCICES

FORMATION CULTURES DE COUVERTURE EN GRANDES CULTURES

PARCOURS 2 : PRODUCTION BIOLOGIQUE – ZONES 1 ET 2

Rédaction

Anne Weill, agr., Ph. D., consultante, experte en agriculture biologique

Collaboration

Sylvie Thibaudeau, agr., M. Sc. consultante Terre à terre agronomes-conseils

Coordination, tournage et montage vidéo, édition et mise en page par le CRAAQ

Joanne Lagacé, B. Sc., chargée de projets

François Carl Duguay, chargé de projets en production numérique

Nathalie Nadeau, graphiste

Audrey Jenkins, adjointe aux événements

Barbara Vogt, chargée de projets aux publications

Photographies de couverture

(haut) Roselyne Gobeil; (bas) Sylvie Thibaudeau

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



Le CRAAQ remercie les Producteurs de grains du Québec et le Syndicat des producteurs de grains biologiques du Québec pour leur appui à la réalisation de ce projet.



SPGBQ
SYNDICAT DES PRODUCTEURS
DE GRAINS BIOLOGIQUES DU QUÉBEC

© Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2024

Pour informations et commentaires

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ)

Édifice Delta 1, 2875, boulevard Laurier, 9^e étage

Québec (Québec) G1V 2M2

418 523-5411 | 1 888 535-2537 | www.craaq.qc.ca | client@craaq.qc.ca

CHAPITRE 1

Quiz avec réponses

A. Quelle est la différence entre une culture de couverture et un engrais vert?

Réponse : Les engrais verts (*green manure crops*) sont un sous-groupe des cultures de couverture; ils sont implantés dans le but d'améliorer la nutrition des cultures subséquentes et d'enrichir les sols.

B. Nommez quelques effets bénéfiques des CC sur l'environnement

Réponse :

- Réduction de l'érosion hydrique et éolienne du sol
- Réduction du risque de pollution diffuse des cours d'eau et des nappes phréatiques
- Atténuation des effets des changements climatiques à long terme
- Augmentation de la résilience des sols

Exercice

En groupe : Lister 5 bénéfices des cultures de couverture que vous considérez les plus importants.

Note au formateur : les réponses sont subjectives, ce qui amène à faire une discussion.

CHAPITRE 2

Quiz avec réponses

Pour chaque question, plusieurs réponses sont possibles parmi les choix proposés.

A. Quelles sont les espèces, parmi les suivantes, qui peuvent produire une grande quantité de racines?

- Le pois fourrager
- Le ray-grass annuel
- L'avoine
- Le seigle
- La vesce velue
- Le sorgho

Réponse : Les trois espèces qui produisent le plus de racines sont : le ray-grass, le seigle, le sorgho.

Le pois fourrager est l'espèce qui produit le moins de racines.

B. Quelles sont les espèces, parmi les suivantes, qui peuvent apporter beaucoup d'azote l'année suivant le semis de la CC?

- Le pois fourrager
- Le ray-grass annuel
- Le lotier
- La luzerne
- La vesce velue
- Le trèfle rouge
- Le trèfle incarnat
- Le sorgho
- Le radis

Réponse : Le pois fourrager, la vesce velue si semée tôt et le trèfle rouge semé en intercalaire dans les céréales sont des espèces qui peuvent apporter beaucoup d'azote l'année suivant leur semis. La quantité de N produite est notamment fonction de la biomasse, mais également de l'état de santé initial du sol.

C. Quels sont les meilleurs mélanges, parmi les exemples suivants, à semer en postrécolte hâtive?

- Avoine–pois
- Avoine–pois–radis
- Pois–radis
- Sorgho–Soudan–pois
- Avoine–trèfle incarnat
- Avoine–trèfle incarnat– vesce commune

Réponse : En postrécolte, parmi ces choix, les meilleurs mélanges sont : pois–radis et avoine–pois–radis. Attention : le dose de semis de l'avoine doit être faible, car elle pousse rapidement et peut produire une biomasse trop importante, qui pourrait limiter le réchauffement et l'assèchement du sol au printemps suivant.

Le trèfle incarnat est trop sensible à la compétition; le sorgho-Soudan ne poussera plus dès qu'il fait froid; la vesce commune pousse trop peu en fin de saison.

D. À quel objectif le mélange avoine–pois–radis répond-il surtout?

- Structuration du sol
- Amélioration du contrôle des mauvaises herbes
- Apport d'azote
- Valorisation des engrais de ferme
- Augmentation de la teneur en matière organique

Réponse : Selon la proportion des plantes dans le mélange, le mélange avoine–pois–radis peut répondre à un ou plusieurs des objectifs suivants :

- Structuration du sol, si le mélange contient une bonne proportion d'avoine et de radis (le pois a un système racinaire peu développé);
- Faire compétition aux mauvaises herbes, mais ne diminue pas la pression pour l'année suivante;
- Valorisation des engrais de ferme, si la proportion de plantes non légumineuses est importante;
- Apport de matière organique au sol
- Apport d'azote, si la proportion de pois est importante.

EXERCICES DU CHAPITRE 2 : LES ESPÈCES DE CULTURES DE COUVERTURE

Étude de cas

Tous les exercices du chapitre 2 sont basés sur la présente étude de cas.

La ferme Biosolscouverts cultive 120 ha dans une région de 2800 UTM et vient juste d'obtenir sa certification biologique. Le propriétaire voudrait optimiser son système de production. Sa demande concernant les cultures de couverture est la suivante :

Comment intégrer des CC dans ma rotation pour :

- Améliorer le sol?
- Augmenter les rendements?

Exercice 1 (section 2.1) : Questions préalables

Question

Dresser une liste de questions à poser afin d'établir un diagnostic de la situation, planifier les cultures de couverture et ainsi pouvoir répondre à la demande du propriétaire de la Ferme Biosolscouverts.

Réponse

Les questions visent à faire une évaluation succincte de la situation :

Quelle est la rotation?

Quel est l'état du drainage souterrain? Du drainage de surface?

Quand est-ce que le fumier est appliqué? De quel type? À quelle période de l'année? À quel moment dans la rotation?

Quels sont les résultats du bilan phosphore?

Quelles sont les CC actuelles?

Quel est le type de sol? L'état du sol?

Quel travail de sol est réalisé après chaque culture?

Quels sont les outils de travail de sol disponibles sur la ferme?

Quelle est le type de semoir disponible pour semer les CC

Quels sont les rendements?

A quel stade du maïs est fait le dernier sarclage?

Est-ce qu'il y a une possibilité de semer du blé d'automne?

Quel sont les problèmes de mauvaises herbes?

Exercice 2 (section 2.1) : Établissement de la problématique

Question

À la suite des réponses obtenues (voir hypothèse considérée ci-dessous, tableau 1), établissez le diagnostic de la situation, ainsi que les interventions nécessaires pour compléter ultérieurement l'évaluation de la problématique.

Tableau 1 : Réponses du producteur/de la productrice aux questions préliminaires

Sujet	Réponse
Rotation	Maïs (40 ha) – Soya (40 ha) – Blé de printemps (40 ha)
Drainage	Aux 50 pi
Fumier	Importation de 5 t/ha de fumier de volaille pour le maïs
Bilan phosphore	Les sols sont riches, possibilité d'importer au maximum 4 000 kg de phosphore
CC actuelles	Repousse de blé après la récolte du blé
Sol	Argileux, un peu compact
Outils de travail de sol	Charrue, chisel, cultivateur lourd
Travail de sol réalisé	Labour après maïs, chisel après blé et soya
Semoir à céréales	Vieux semoir avec une boîte à petites graines
Rendements	Maïs 7 t/ha (plutôt faible); blé 3 t/ha; soya 3 t/ha
Mauvaises herbes principales	Laiteron

Réponse

Établissement du diagnostic général :

- Les rendements sont faibles.
- Le drainage est probablement insuffisant (un espacement de 50 pi dans un sol argileux est rarement adéquat).
- L'apport d'azote est faible :
 - o Pour 40 ha de maïs, le besoin en N est de 170 kg/ha x 40 ha = 6800 kg ;
 - o Le fumier de volaille apporte environ 15 kg de N disponible/t, donc un total de 15 kg de N * 5 t/ha = 75 kg de N disponible;
pour 40 ha cela fait : 40 ha x 75 kg/ha = 3000 kg;
 - o Il faut rajouter à cela les besoins en azote de la céréale!
 - o Il faut absolument apporter de l'azote avec les CC.
- Il n'est pas possible de statuer sur l'état du sol sans aller sur le terrain. Toutefois, compte tenu de l'écartement des drains, il est probable que le sol soit compact à cause d'un ressuyage lent qui oblige à travailler en conditions humides (à valider sur le terrain).
- Il faut vérifier l'état du semoir et des outils de travail du sol.

L'état du désherbage est à vérifier, mais ne sera pas traité dans cet exemple.

Après cette courte analyse, on peut conclure que la CC doit répondre à deux objectifs :

- **Apporter de l'azote.**
- **Améliorer la structure du sol.** Toutefois, si le sol est très compacté, la croissance de la CC sera faible et les racines seront bloquées par la compaction. Si c'est le cas, un sous-solage peut être nécessaire. Une évaluation en champ est nécessaire pour confirmer le diagnostic.

Contraintes liées à la régie biologique

- Les sarclages mécaniques au printemps exigent qu'il y ait peu de résidus à cette période.
- Un travail de sol d'automne est souvent nécessaire après du maïs pour éliminer les résidus et pour affaiblir une CC qui peut survivre à l'hiver.
- Un travail de sol d'automne est souvent nécessaire après la céréale pour affaiblir une éventuelle CC intercalaire vivace.
- Le bilan phosphore limite les importations de fumier et il est donc important de pouvoir apporter de l'azote aux cultures grâce aux engrais verts.

Dans le cas présent, il a été validé que ces objectifs correspondent à ceux du producteur/de la productrice.

Exercice 3 (section 2.2) : Choix des CC à semer dans la rotation

Question – partie 1

Déterminez quand semer des CC dans la rotation ainsi que les principales espèces à l'aide du tableau 2. Assurez-vous que les espèces que vous avez identifiées répondent aux objectifs et aux contraintes de la ferme. Vous pouvez choisir de ne pas semer de CC dans tous les scénarios proposés. Dans ce cas, préciser de ce qui a motivé votre décision. Notez vos réponses dans la colonne de droite du tableau 2.

Réponse – partie 1

1. La CC la plus importante est celle qui apporte de l'azote au maïs; il faut prioriser une CC intercalaire de légumineuses dans le blé, ou, à la dérobée, une CC de légumineuse après le blé.
2. Les CC dans le maïs et le soya contribuent à améliorer le sol et apporter un peu d'azote; mais, comme elles se développent beaucoup moins que dans le blé, elles sont moins importantes pour la viabilité de la ferme.
3. Les CC semées dans (ou après) le soya en fin de saison ou après le maïs sont peu utilisées dans une rotation en régie biologique. Toutefois, si c'est possible d'en implanter, cela serait bénéfique pour le sol.

Tableau 2 : Espèces possibles selon le moment dans la rotation

Place dans la rotation	Caractéristiques recherchées	Espèces possibles les plus performantes (en production biologique)
En intercalaire		
Intercalaire dans maïs	<u>Si semis à la volée au dernier sarclage :</u> <i>Tolérance à l'ombre</i> <i>Semences à petites graines</i> <i>Doivent pousser toute la saison jusqu'en novembre</i>	<u>Si semis à la volée au dernier sarclage :</u> Trèfles, luzerne, ray-grass
	<u>Si semoir en ligne (semis assez tôt) :</u> <i>Tolérance à l'ombre</i> <i>Semences à grosses graines possible aussi</i> <i>S'assurer d'avoir dans le mélange des espèces qui poussent toute la saison jusqu'en novembre</i>	<u>Si semoir en ligne (semis assez tôt) :</u> Beaucoup de possibilités : pois fourrager, trèfle incarnat, trèfle d'Alexandrie, niébé, féverole, sarrasin, vesces communes et velue, ray-grass, etc.
Intercalaire dans blé	<u>Apport d'azote (pour le maïs la saison suivante)</u> <i>Semences à petites graines</i> <i>Croissance lente pour ne pas faire compétition au blé</i> <i>Doivent pousser toute la saison jusqu'en novembre</i>	Trèfle blanc, trèfle rouge, luzerne Non recommandées : Lotier : pousse trop lentement Mélilot : donne un goût au blé
Intercalaire dans soya	<u>Intercalaire au printemps</u> <u>Apport d'azote (pour le maïs la saison suivante)</u> <i>Semences à petites graines</i> <i>Croissance lente</i> <i>Doit pousser toute la saison jusqu'en novembre et rester court; idéalement doit repousser au printemps pour faire de la biomasse</i> Note : en général, on évite de produire du maïs après du soya, car les rendements sont souvent moins bons qu'après du blé avec CC. La destruction de la CC au printemps peut poser problème.	<u>Intercalaire au printemps :</u> Trèfle blanc, lotier, mélilot jaune
	<u>Intercalaire à l'automne</u> <i>Capable de s'établir en fin de saison</i>	<u>Intercalaire à l'automne :</u> Céréales d'automne, céréales de printemps, légumineuses vivaces ou bisannuelles (attention à la repousse à gérer au printemps)

(suite tableau 2)

À la dérobée		
Dérobée après maïs	<i>Très grande résistance au froid</i>	Non recommandé; le seigle d'automne est possible, mais il va repousser au printemps et rendre les semis difficiles.
Dérobée après blé	<i>Apport d'azote Croissance très rapide</i>	Pois fourrager pur : pour avoir un maximum d'azote Pois fourrager en mélange avec avoine : risque d'apporter moins de N mais produit plus de racines; du pois autrichien peut être ajouté au mélange; radis, moutarde ou sarrasin peuvent aussi être ajoutés au mélange mais il y a un risque de graines dures (crucifères) et de montée en graine (sarrasin). Vesce commune : pousse trop lentement (peut être possible après un blé d'automne) Pois autrichien (en mélange), féverole (en mélange) <i>Note : après un blé d'automne, ajout de féverole possible au mélange (après un blé de printemps, elle risque de peu pousser et la semence coûte cher). Les chances d'obtenir une bonne biomasse sont beaucoup plus élevées après un blé d'automne.</i>
Dérobée après soya	<i>Résistance au froid Croissance rapide Ne doit pas coûter cher, car ne fera pas beaucoup de biomasse</i>	Céréales de printemps : si récolte tôt en saison Non recommandé : le seigle d'automne car il va repousser au printemps et rendre les semis difficiles.

Question – partie 2

Le producteur est prêt à mettre une CC d'une année complète dans la rotation. Proposez cinq espèces intéressantes à utiliser et les précautions à prendre pour chaque espèce (besoin de plante-abri, fauche, possible uniquement en mélange, ressemis nécessaire plus tard en saison, etc.).

Réponse – partie 2

Les espèces intéressantes pour une CC d'une année complète dans la rotation peuvent être :

- Espèces qui poussent toute la saison :
 - o Fauche souhaitée et uniquement en mélange avec une plante abri : trèfle rouge, trèfle blanc, luzerne, mélilot;
 - o Pas de fauche et en mélange avec une plante-abri : vesce velue (en mélange avec seigle d'automne);
- Espèces de courte durée :
 - o Céréales et pois fourrager; il faut semer deux fois dans la saison. D'autres annuelles peuvent être ajoutées au mélange.

Exercice 4 (section 2.3) : Évaluation des mélanges de CC

Question - partie 1

Le producteur s'est fait proposer d'utiliser le mélange complexe suivant (tableau 3).

Selon vous, est-ce que le choix des espèces pour ce mélange est acceptable pour une implantation :

1. À la dérobée après une céréale de printemps?
 - a. Précisez les critères de sélection des espèces.
 - b. Identifier les espèces qui correspondent à vos critères.
2. En pleine saison?
 - a. Précisez les critères de sélection des espèces.
 - b. Identifier les espèces qui correspondent à vos critères.

Tableau 3 : Composition du mélange complexe 1

Espèce	Pourcentage dans le mélange
Herbe du soudan	10
Avoine	10
Seigle de printemps	10
Seigle d'automne	10
Pois fourrager 4010	10
Radis huileux	10
Vesce velue	10
Trèfle incarnat	10
Trèfle d'Alexandrie	10
Phacélie	5
Tournesol	5
Sarrasin	10
Total	110 kg/ha

Réponse - partie 1

1. Critères pour évaluer le mélange semé en dérobée

Si on ne veut pas de repousse au printemps, ce mélange est à proscrire à cause du seigle d'automne et de la vesce velue.

Si le mélange peut repousser au printemps, les critères sont les suivants :

- Les espèces doivent pousser rapidement, car il y a peu de temps pour une CC dérobée après une céréale de printemps;
- Les espèces ne doivent pas être sensibles au froid, car on voudrait que la culture fasse le plus de biomasse possible et pousse tard en saison;
- Les espèces ne doivent pas être très sensibles à la compétition, sinon elles ne pousseront pas.

Les espèces qui répondent aux critères de sélection sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Espèces qui répondent aux critères requis pour une implantation en dérobée

Espèce	Pousse rapidement	Tolérante au froid	Tolérante à la compétition	Répond aux critères
Herbe du soudan	non	non	oui	non
Avoine	oui	oui	oui	oui
Seigle de printemps	oui	oui	oui	oui
Seigle automne	oui	oui	oui	oui
Pois fourrager 4010	oui	oui	oui	oui
Radis huileux	oui	oui	oui	oui
Vesce velue	non	oui	oui (variable)	non
Tr. Incarnat	non	oui	non	non
Trèfle Alexandrie	non	non	mauvais résultats à date	non
Phacélie	plus ou moins	oui	oui	trop chère et trop peu de chance de croissance à cette période
Tournesol	à vérifier pour un semis fin août	à vérifier pour un semis fin août	oui	peu d'expérience avec le tournesol à la dérobée
Sarrasin	Oui	non	oui	non

Conclusion pour le mélange complexe 1, lorsqu'implanté à la dérobée après une céréale de printemps

Le mélange proposé est peu adapté pour les raisons suivantes :

- Plusieurs espèces poussent trop lentement pour un semis à la dérobée, ne sont pas tolérantes au froid ou ne sont pas tolérantes à la compétition;
- Les doses de semis seraient à revoir pour avoir au moins 150 kg/ha d'un mélange céréales-pois;
- Il y a un risque de graines dures avec le radis huileux;
- La dose de semis des crucifères ne devrait pas dépasser 2-3 kg/ha.

2. Critères pour évaluer le mélange semé en pleine saison

Semé en début d'été, le seigle d'automne et la vesce velue ne devraient pas repousser la saison suivante.

Les critères sont les suivants :

- Le mélange doit comporter des espèces qui servent de plante-abri (croissance rapide pour faire compétition aux mauvaises herbes) et des espèces qui poussent durant toute la saison;
- Les espèces qui poussent durant toute la saison ne doivent pas être trop sensible à la compétition. Il faut qu'elles soient bien implantées lors de la fauche de la plante-abri;
- Si des fauches sont nécessaires, les espèces qui poussent durant toute la saison doivent pouvoir repousser après la fauche;
- Les espèces qui poussent toute la saison doivent être résistantes au froid et aux premiers gels;
- La dose de semis des espèces qui poussent durant toute la saison doit être suffisante pour que le sol soit bien couvert en fin de saison et que la biomasse soit importante.

Tableau 5 : Espèces à croissance rapide qui répondent aux critères requis pour servir de plante-abri

Espèce	Risque de montée en graine	Fauche nécessaire*	Répond aux critères
Avoine	oui	oui	oui
Seigle de printemps	oui	oui	oui
Seigle d'automne	non	non	oui
Pois fourrager 4010	oui	oui	oui
Radis huileux	oui espèce à proscrire : un risque de montée en graine ne peut pas être toléré		non
Phacélie	oui	peu d'information	oui (seulement en ajout à d'autres plantes abri)
Sarrasin	oui espèce à proscrire : monte en graine trop rapide (toutefois cela ne semble pas être un problème selon certains producteurs)	oui, mais obligerait à faucher trop tôt	non
Tournesol	oui	peu d'information; fauche préférable pour éviter d'avoir des grosses tiges	oui (mais peu d'essais à date)

*La fauche permet aussi aux espèces à croissances plus lente (qui poussent toute la saison) de pousser plus vite car elle diminue la compétition.

Tableau 6 : Espèces qui poussent toute la saison et qui répondent aux critères pour un semis de pleine saison

Espèce	Tolérante au froid	Tolérante à la compétition	Résistant à la fauche
Herbe du soudan	non	oui	oui
Vesce velue	oui	oui (variable)	non
Trèfle incarnat	oui	non	oui
Trèfle d'Alexandrie	non	mauvais résultats à date et peu testé	oui

Conclusion pour le mélange complexe 1, lorsqu'implanté en pleine saison

Ce mélange serait **peu adapté**, pour les raisons suivantes :

- Des fauches seraient nécessaires à des moments différents de la saison (sarrasin et radis huileux se fauchent à des moments différents si on veut éviter la montée en graine) : un vrai casse-tête!
- Il y a un risque de ressemis de radis huileux, ce qui poserait un problème important en agriculture biologique.
- Il y a une seule espèce fiable (vesce velue) qui pousse durant toute la saison, mais elle n'est pas semée à une dose adéquate. Il y a peu de chance que le trèfle incarnat pousse bien, car il est trop sensible à la compétition. Le trèfle d'Alexandrie peut bien pousser, mais à date les résultats ont été très variables; de plus, il est sensible au froid.

Question – partie 2

Les mélanges 2 et 3 suivants, semés en dérobée après une céréale de printemps, sont-ils un bon choix pour répondre à l'objectif « Augmenter l'apport de N »?

Mélange 2 : 30 % pois fourrager, 30 % avoine, 20 % sarrasin, 20 % trèfle incarnat; dose de semis : 170 kg/ha

Mélange 3 : 40 % pois fourrager, 20 % seigle d'automne, 20 % avoine, 15 % vesce velue, 3 % ray-grass annuel, 2 % phacélie; dose de semis : 170 kg/ha

Réponse – partie 2

Mélange 2 : 30 % pois fourrager, 30 % avoine, 20 % sarrasin, 20 % trèfle incarnat

N'est pas un bon choix pour augmenter l'apport de N, pour les raisons suivantes :

- Il n'y pas assez de pois pour apporter de l'azote;
- Le sarrasin et l'avoine semé à des doses trop importantes vont limiter le développement du pois ; le trèfle incarnat ne poussera pratiquement pas.

Mélange 3 : 40 % pois fourrager, 20 % seigle d'automne, 20 % avoine, 15 % vesce velue, 3 % ray-grass annuel, 2 % phacélie

N'est pas un bon choix pour augmenter l'apport de N, pour les raisons suivantes :

- Il n'y pas assez de pois pour apporter de l'azote;
- La date de semis (fin août en Montérégie) est trop tardive pour la vesce velue, le ray-grass et la phacélie;
- Le seigle d'automne va repousser vigoureusement au printemps s'il n'y a pas de travail de sol à l'automne.

Exercice 5 (section 2.3) : Calcul des doses de semis

Question

Calculez la dose de semis/ha de chaque espèce pour le dernier mélange (mélange 3) à l'aide du tableau 7.

Référez-vous aux pages 18 à 20 du guide.

Mélange 3 : 40 % pois fourrager, 20 % seigle d'automne, 20 % avoine, 10 % vesce velue, 5 % ray-grass annuel, 5 % phacélie

Réponse

Exemple de calcul pour le pois fourrager : $100 \text{ kg/ha} \times 40 \% = 40 \text{ kg/ha}$

Tableau 7 : Calcul des doses de semis pour le mélange 3

Espèce	Dose de semis en peuplement pur (kg/ha)	Pourcentage dans le mélange (%)	Dose de semis de chaque espèce dans le mélange (kg/ha)
Pois fourrager	100 (préférer 120 en bio)	40	40
Seigle automne	80	20	16
Avoine	80	20	16
Vesce velue	50	10	5
Ray-grass	15	5	0,75
Phacélie	6	5	0,30
Total			78,05