

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.

Avec l'appui de :

Québec 



SPGBQ
SYNDICAT DES PRODUCTEURS
DE GRAINS BIOLOGIQUES DU QUÉBEC


**PRODUCTEURS DE
GRAINS**
DU QUÉBEC





Formation

Cultures de couverture en grandes cultures

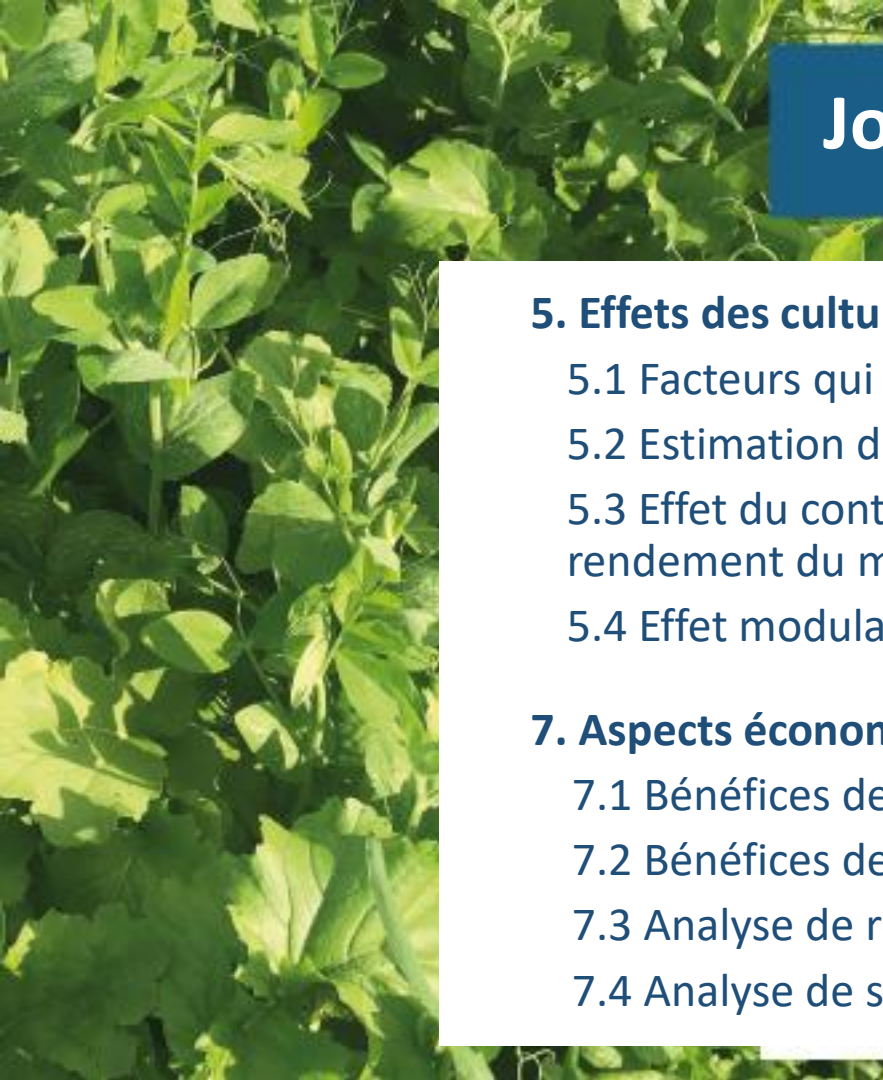
PRODUCTION CONVENTIONNELLE ET BIOLOGIQUE zones 1 et 2

Formation donnée par : Sophie Rivest-Auger, agr.

Conseillère en grandes cultures biologiques au CETAB+

Contenu préparé par Anne Weill, agr. et Sylvie Thibaudeau, agr.

© Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2025



Jour 4 : Chapitres 5 et 7

5. Effets des cultures de couverture sur la dynamique de l'azote

5.1 Facteurs qui influencent les apports d'azote

5.2 Estimation de l'apport d'azote

5.3 Effet du contenu en azote des couverts végétaux sur le rendement du maïs

5.4 Effet modulateur de la fertilisation azotée

7. Aspects économiques

7.1 Bénéfices des CC à la ferme

7.2 Bénéfices des CC pour la société

7.3 Analyse de rentabilité à court terme de la CC

7.4 Analyse de sensibilité



Chapitre 7

Aspects économiques

- 7.1 Bénéfices des cultures de couverture à la ferme
- 7.2 Bénéfices des cultures de couverture pour la société
- 7.3 Analyse de rentabilité à court terme de la culture de couverture
- 7.4 Analyse de sensibilité

Chapitre 7 - QUIZ

1. Énumérez des **dépenses additionnelles** engendrées par le semis de CC.
2. Énumérez des **bénéfices économiques** potentiels qui découlent du semis de CC, à court terme et à moyen-long terme.



7.1 Bénéfices des cultures de couverture à la ferme

Introduction

7.1.1 Bénéfices à court terme

7.1.2 Bénéfices à moyen-long terme



Introduction

- La rentabilité à court ou moyen-long terme des CC est liée :
 - au système utilisé (choix des espèces, rotation, objectifs, etc.)
 - à la réussite de l'implantation des CC

- Le producteur/la productrice doit apporter beaucoup de soin à leur implantation.

7.1.1 Bénéfices à court terme

- Dans le contexte d'implantation de CC, « court terme » : délai de 1 à 2 ans
 - Semis de CC rentable à court terme SI...
 - **l'augmentation du rendement** de la culture subséquente
 - **ou la réduction des besoins en engrais**
- ... sont suffisantes pour compenser les dépenses encourues pour le semis de CC.

Bénéfices à court terme (suite)

Selon les résultats de la méta-analyse :

➤ **Augmentation du rendement :**

- CC de légumineuses seules ou en mélange : augmentation moyenne du rendement en maïs de 20 % (grande variabilité selon les scénarios)

➤ **Contribution en azote :**

- L'apport des CC de légumineuses correspond à un équivalent en azote minéral de 71 kg/ha pour le maïs (variation de 48 à 94 kg N/ha).

Bénéfices à court terme (suite)

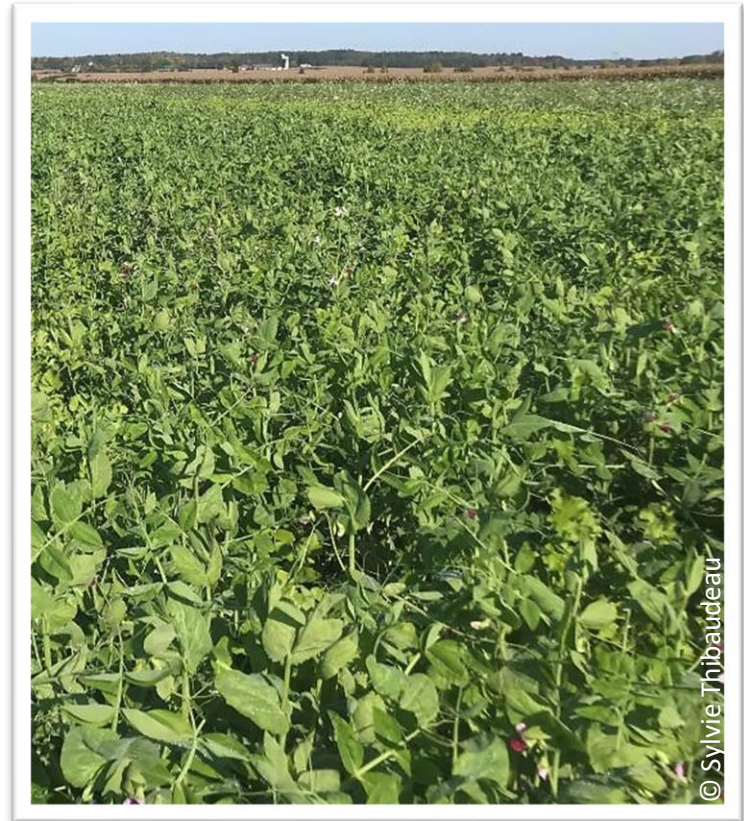
Dans le cadre d'un autre essai, réalisé au Québec (Montréal) en 2016 :

- Beau couvert de pois fourrager semé en dérobée après la récolte du blé d'automne (Bérubé et Tremblay, 2018) :
 - A fourni 115 kg/ha d'azote au maïs-grain suivant
 - A augmenté significativement le rendement en maïs de 1 t/ha en comparaison avec des parcelles sans CC
- Meilleur rendement en maïs-grain (13 t/ha) sur retour de CC pois fourrager, avec 125 kg N/ha
- Meilleur rendement en maïs-grain (12 t/ha) sans CC, avec 240 kg N/ha

Bénéfices à court terme (suite)

➤ Dans cet essai :

- Semis CC 3^{ème} semaine d'août
 - 120 kg/ha de pois fourrager
 - Semoir à céréales à semis direct
 - Excellente implantation de la CC →
 - Champ en semis direct depuis plusieurs années
-
- Voir la section 7.3 du guide : Analyse de rentabilité à court terme de la CC dans ce contexte



© Sylvie Thibaut

Bénéfices à court terme (suite)

- **Récupération des éléments fertilisants** des engrais organiques par les CC :
 - Graminées et crucifères particulièrement efficaces pour récupérer l'azote :
 - réduction des besoins en azote minéral de la culture suivante
 - réduction des pertes dans l'environnement
 - aussi en lien avec la réduction de l'érosion du sol

Exemple : mélange avoine + radis fourrager



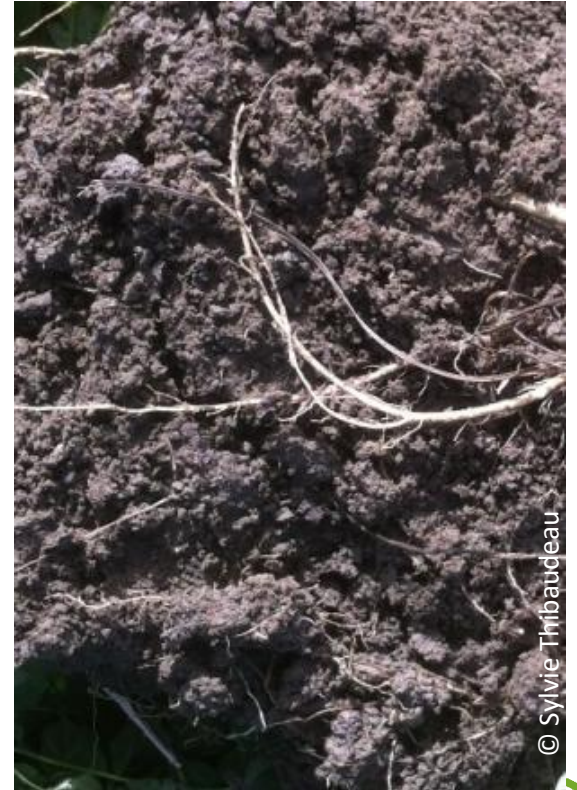
Bénéfices à court terme (suite)

➤ Réduction des coûts liés à l'utilisation d'herbicides :

- Couvert de CC bien établi peut faire compétition aux mauvaises herbes
- Effet allélopathique de certaines espèces de CC sur plusieurs mauvaises herbes

7.1.2 Bénéfices à moyen-long terme

- Dans le contexte d'implantation de CC,
« **moyen-long terme** » = délai de 3 ans et plus
- **Amélioration des propriétés physiques et biologiques du sol**
 - Réduction des besoins et des coûts liés aux engrais minéraux
 - Sécurisation ou augmentation des rendements
 - Adoption du travail réduit du sol et du semis direct plus facile (économies de carburant, de machinerie et de temps)
 - Maintien à long terme du sol arable dans les champs (sécurisation des rendements et réduction des coûts de production)



© Sylvie Thibaudeau



7.2 Bénéfices des cultures de couverture pour la société



Bénéfices des cultures de couverture pour la société



➤ Pour l'ensemble de la société, les bénéfices apportés par les CC génèrent, à plus long terme, des **économies indirectes**, diffuses et difficilement quantifiables :

- **Réduction de l'érosion du sol** : amélioration de la qualité de l'eau et diminution des frais d'entretien des cours d'eau
- **Amélioration de la biodiversité** au niveau du sol, de la flore et de la faune : meilleur équilibre des écosystèmes, protection des bassins hydrologiques et maintien (voire augmentation) des populations des pollinisateurs et des ennemis naturels

= Avantages économiques réels, mais difficile de leur attribuer une valeur monétaire précise



7.3 Analyse de rentabilité à court terme de la culture de couverture

Introduction

7.1.1 Bénéfices à court terme

7.1.2 Bénéfices à moyen-long terme

Introduction

- Le cas retenu est celui de l'essai décrit à la section 7.1.1 du guide :
 - Améliorations :
 - Augmentation du rendement du maïs-grain l'année suivant la CC de pois fourrager de 1 t/ha
 - Diminution des besoins en azote minéral de 115 kg/ha
 - Gain net procuré par la CC : 125 \$/ha, dès la première année suivant son implantation
- Attention : les résultats de l'analyse de rentabilité diffèreraient dans un autre contexte.
- L'exercice fournit des indications et présente une méthode de calcul pour effectuer une analyse de rentabilité selon les données propres à une entreprise et à ses coûts réels.
- Méthode du budget partiel : permet d'évaluer facilement la rentabilité d'un changement mineur au sein d'une entreprise

Introduction

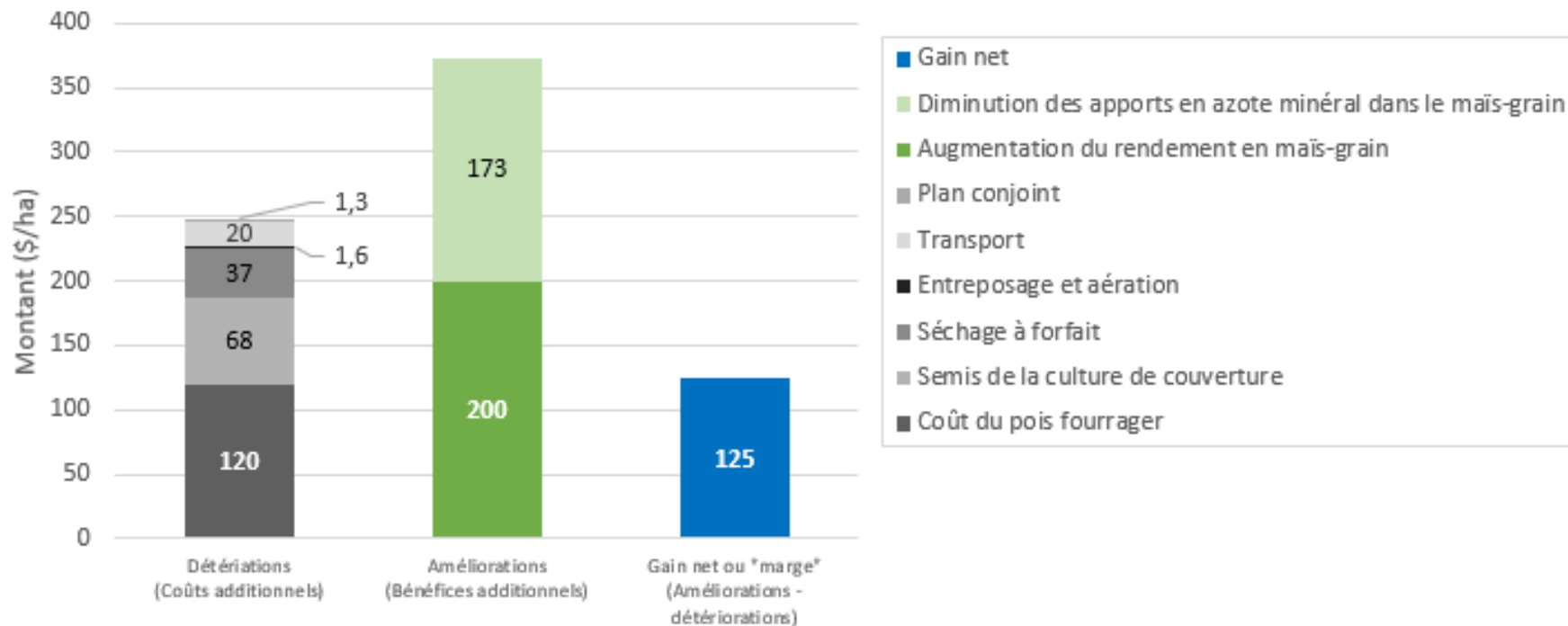


Illustration de l'analyse de rentabilité de la CC de pois fourrager présentée au Tableau 7.3 du guide (méthode du budget partiel)

C. Caouette (CRAAQ) et L. Gendron (MAPAQ)

Méthode du budget partiel

➤ Définir la situation initiale et la situation finale de l'entreprise.

Tableau 7.1 Définition de la situation initiale et de la situation finale (système en semis direct)

	Situation initiale	Situation finale
Rotation	An 1 : Blé d'automne An 2 : Maïs-grain	An 1 : Blé d'automne, suivi du semis direct d'une CC de pois fourrager An 2 : Maïs-grain
Opérations culturales	1. Récolte du blé	1. Récolte du blé 2. Semis du pois fourrager à l'aide d'un semoir à céréales à semis direct

Méthode du budget partiel (suite)

- Énumérer les modifications qui surviendront dans l'entreprise à la suite du changement.

Tableau 7.2 Identification du changement et de toutes les modifications financières prévues à la suite de ce dernier

Changement	Impacts
Implantation d'une CC de pois fourrager	— Augmentation du rendement en maïs-grain de 1 t/ha l'année suivante (amélioration) — Diminution des apports en azote minéral de 115 kg N/ha dans le maïs-grain (amélioration) — Achat des semences de pois fourrager (détérioration) — Semis de la culture de couverture (détérioration) — Frais de mise en marché du grain supplémentaire récolté (détérioration)

Méthode du budget partiel (suite)

- Selon les hypothèses retenues, le semis de la CC se traduit par un **gain net de 125 \$/ha** dès l'année suivant son implantation : bénéfices supérieurs aux coûts
 - Contexte particulier : Montérégie, bonnes conditions de sol, etc.
 - Des résultats semblables pourraient être difficilement atteints dans les régions périphériques.
- Autres scénarios intéressants à valider : production biologique (prix des grains plus élevés) ou avec une légumineuse en intercalaire (trèfle) dans une céréale

Chapitre 7 - EXERCICE 1

Question

Selon les hypothèses retenues dans l'essai décrit à la section 7.1.1, et avec la méthode du budget partiel, quels sont les impacts économiques à considérer pour évaluer le gain net procuré par la CC l'année suivant son implantation?



7.4 Analyse de sensibilité

Introduction

7.4.1 Impact de la variation du prix de l'azote minéral et du prix du maïs-grain

7.4.2 Impact de la variation du prix de l'azote et de la diminution des apports en azote minéral

7.4.3 Impact de la variation du coût à l'hectare de la culture de couverture

7.4.4 Impact de la variation du prix du maïs-grain et du gain de rendement

Analyse de sensibilité

- L'analyse de sensibilité varie en fonction de plusieurs paramètres :
 - Prix de l'azote minéral et prix du maïs-grain
 - Prix de l'azote minéral et diminution des apports en N minéral
 - Coût à l'hectare de la CC
 - Prix du maïs-grain et gain de rendement
- Impact du changement d'au plus deux paramètres simultanément
- Lors de l'interprétation, tenir compte des variations observées dans toutes les analyses de sensibilité.
- Ces analyses de sensibilité sont basées sur un cas précis (comme pour l'analyse de rentabilité).



7.4.1 Impact de la variation du prix de l'azote minéral et du prix du maïs-grain



- Même si N minéral coûte moins cher, la CC peut être rentable.
- Même si le prix du maïs-grain est bas, la CC demeure rentable.
- Potentiel de rentabilité très élevé (jusqu'à 393 \$/ha), si les prix du maïs et de l'azote minéral sont élevés.

7.4.1 Impact de la variation du prix de l'azote minéral et du prix du maïs-grain

Tableau 7.4 Impact de la variation du prix de l'azote minéral et du prix du maïs-grain sur la rentabilité (\$/ha)

		Prix de l'azote minéral (\$/kg N)							
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
Prix du maïs-grain (\$/t)	150	17	46	75	103	132	161	190	218
	175	42	71	100	128	157	186	215	243
	200	67	96	125	153	182	211	240	268
	225	92	121	150	178	207	236	265	293
	250	117	146	175	203	232	261	290	318
	275	142	171	200	228	257	286	315	343
	300	167	196	225	253	282	311	340	368
	325	192	221	250	278	307	336	365	393

Chapitre 7 - EXERCICE 2

Question

En utilisant les hypothèses retenues dans le cas présenté, soit une augmentation de rendement du maïs-grain cultivé l'année suivante de 1 t/ha et une diminution des besoins en azote minéral de 115 kg/ha, quelle est la rentabilité de la CC :

- a) si le prix de l'azote minéral est de 2,00 \$/kg N et le prix du maïs à 175 \$/t?
- b) si le prix de l'azote est de 2,00 \$/kg et le prix du maïs à 300 \$/t?
- c) si le prix de l'azote est de 1,25 \$/kg et le prix du maïs à 175 \$/t?

7.4.2 Impact de la variation du prix de N et de la diminution des apports en azote minéral

- Suite à une CC de pois fourrager, les apports en N minéral doivent être minimalement diminués pour que ce soit rentable...
 - ... sans compter l'impact négatif sur l'environnement d'une application d'azote non nécessaire.
- Plus les apports en N minéral sont réduits par rapport à la situation initiale, plus le projet est rentable.
- Plus le prix de N minéral augmente et que ses applications sont réduites (par rapport à une situation sans CC de pois), plus le projet est rentable.

7.4.2 Impact de la variation du prix de N et de la diminution des apports en azote minéral

Tableau 7.5 Impact de la variation du prix de l'azote et de la diminution des apports en azote minéral sur la rentabilité (\$/ha)

		Prix de l'azote minéral (\$/kg N)							
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
Diminution des apports en azote minéral (kg N/ha)	0	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)	(48)
	40	(8)	2	12	22	32	42	52	62
	80	32	52	72	92	112	132	152	172
	115	67	96	125	153	182	211	240	268

Rappel : L'essai réalisé en 2016 a révélé que le meilleur rendement en maïs-grain a été obtenu avec la culture de couverture de pois fourrager et 125 kg N/ha, alors que le meilleur rendement sans culture de couverture a été obtenu avec 240 kg N/ha (section 7.1). L'équivalent en azote minéral du pois fourrager est donc de 115 kg/ha et les apports en azote minéral peuvent être réduits d'autant.

Chapitre 7 - EXERCICE 3

Question

En utilisant les hypothèses retenues dans le cas présenté, soit une augmentation de rendement du maïs-grain cultivé l'année suivante de 1 t/ha et une diminution des besoins en azote minéral de 115 kg/ha, quelle est la rentabilité de la CC :

- a) si le prix de l'azote est de 2,00 \$/kg et l'apport en azote minéral est réduit de 80 kg N/ha?
- b) si le prix de l'azote est de 1,00 \$/kg et l'apport en azote minéral est réduit de 0 kg N/ha?
- c) si le prix de l'azote est de 2,50 \$/kg et l'apport en azote minéral est réduit de 115 kg N/ha?

7.4.3 Impact de la variation du coût à l'hectare de la culture de couverture

- Plus la culture de couverture est abordable à l'hectare, plus le projet est rentable.
- Essai avec pois fourrager (60 kg/ha) et radis (4 kg/ha) au coût de 75 \$/ha à 80 \$/ha : bénéfices semblables à ceux obtenus avec pois fourrager seul (120 \$/ha)
- Si le coût à l'hectare du pois augmente, la rentabilité du projet diminue.

Tableau 7.6 Impact de la variation du coût à l'hectare de la culture de couverture sur la rentabilité (\$/ha) (p. 193)

Coût à l'hectare de la semence de la culture de couverture (\$/ha)									
55	65	75	80	100	120	150	200	220	250
190	180	170	165	145	125	95	45	25	(5)

Chapitre 7 - EXERCICE 4

Question

En utilisant les hypothèses retenues dans le cas présenté, soit une augmentation de rendement du maïs-grain cultivé l'année suivante de 1 t/ha et une diminution des besoins en azote minéral de 115 kg/ha, quelle est la rentabilité de la CC :

- a) si le coût à l'hectare du pois fourrager atteint 150 \$/ha ?
- b) si le coût à l'hectare du pois fourrager atteint 250 \$/ha ?

7.4.4 Impact de la variation du prix du maïs-grain et du gain de rendement

- Quelle est la rentabilité de la CC si le gain de rendement est inférieur à 1 t/ha?
- Ce seuil de rentabilité varie en fonction du prix du maïs : plus le maïs vaut cher, plus le gain de rendement minimum à viser est faible et vice-versa

Tableau 7.7 Impact de la variation du prix du maïs-grain et du gain de rendement sur la rentabilité (\$/ha)

		Prix du maïs-grain (\$/t)							
		150	175	200	225	250	275	300	325
Gain de rendement dans le maïs-grain (kg/ha)	0	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)	(16)
	250	7	13	20	26	32	38	45	51
	500	30	42	55	67	80	92	105	117
	750	52	71	90	108	127	146	165	183
	1000	75	100	125	150	175	200	225	250

Chapitre 7 - EXERCICE 5

Question

En utilisant les hypothèses retenues dans le cas présenté, soit une augmentation de rendement du maïs-grain cultivé l'année suivante de 1 t/ha et une diminution des besoins en azote minéral de 115 kg/ha, quelle est la rentabilité de la CC :

- a) si le prix du maïs-grain est de 175 \$/t et que le gain de rendement dans le maïs-grain est de 250 kg/ha ?
- b) si le prix du maïs-grain est de 300 \$/t et que le gain de rendement dans le maïs-grain est nul ?
- c) si le prix du maïs-grain est de 300 \$/t et que le gain de rendement dans le maïs-grain est de 500 kg/ha ?

En conclusion

Il est très important d'accorder toute l'attention nécessaire à la régie de la CC (choix de la semence, mode de semis, date de semis, dose de semis, etc.) afin de maximiser les chances de succès et la rentabilité de la pratique.

Fin du chapitre 7
Fin du Jour 4
Fin de la formation

Des questions?

