



## Rotations : aspects de la rentabilité et des gains sur la production de pommes de terre

**Auteurs :** Adrien N'Dayegamiye<sup>1</sup>, Judith Nyiraneza<sup>2</sup>, Anne Drapeau<sup>1</sup> et Paul Deschênes

<sup>1</sup>Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 2700, rue Einstein, Complexe scientifique, D.1.110, Québec QC, Canada G1P 3W8

<sup>2</sup>Agriculture and Agri-Food Canada, Crops and Livestock Research Centre, 440 University Avenue, Charlottetown, PEI, Canada C1A 4N6

---

### Introduction

Les rotations de cultures constituent une régie agricole importante pour conserver la qualité et la fertilité des sols cultivés en pomme de terre, ainsi que pour diminuer l'incidence des maladies de cette culture. Parmi ces cultures de rotation, on retrouve de plus en plus des engrais verts d'été. Il est aussi possible d'établir des engrais verts d'automne après la récolte de variétés hâtives de pomme de terre. Les engrais verts peuvent améliorer les propriétés des sols, augmenter par conséquent l'efficacité des engrais et les rendements de la pomme de terre, ainsi que les revenus nets de l'entreprise. Un projet de recherche sur ces engrais verts a été réalisé de 2008 à 2011 à la station de recherche de l'IRDA à Deschambault pour évaluer leurs effets sur la production et la nutrition en azote de la pomme de terre, ainsi que les revenus nets.

### Méthodologie

Les cultures de rotation établies en 2008 et 2010 ont été les suivantes : trois cultures de rotation conventionnelles (orge, avoine et maïs-grain), trois engrais verts d'été (moutarde jaune, millet perlé, millet japonais) ainsi que quatre engrais verts d'automne (blé, avoine, seigle d'automne et moutarde jaune). Ces dix cultures de rotation ont été comparées à une culture de pomme de terre en continu. Les engrais verts d'été ont été fauchés à pleine floraison et appliqués au sol à l'aide d'une herse à disques. Les engrais verts d'automne ont été incorporés au sol par labour. En 2009 et 2011, les parcelles avec ces différents précédents culturaux ont été subdivisées pour recevoir cinq doses d'engrais azoté (0, 50, 100, 150 et 200 kg N/ha) appliquées à la culture de la pomme de terre, afin de déterminer les doses économiques d'engrais azotés.

Les revenus nets ont été calculés en soustrayant les coûts variables des produits (revenus bruts) pour obtenir une marge sur les coûts variables à l'hectare (revenus nets). Selon les cultures des différentes rotations, les produits étaient composés des ventes de récoltes de pomme de terre, de grain (maïs et céréales), de pailles des céréales, et des compensations de l'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA). Les coûts variables se décomposaient en coûts d'approvisionnements, d'opérations culturales, de mise en marché et d'autres coûts à l'hectare. Les coûts d'approvisionnements comprenaient les frais pour les semences, fertilisants, pierre à chaux et pesticides. Les coûts des opérations culturales étaient constitués de coûts variables des machineries agricoles pour labourer, herser, semer, pulvériser et récolter selon les différentes cultures de rotation et la pomme de terre. Les coûts des opérations culturales ont été tirés de l'AGDEX 740/825 des *Références économiques* du CRAAQ pour l'année considérée.

## Résultats

### *Augmentations de rendements vendables*

En 2008 et 2010, les quantités de biomasses végétales produites et enfouies dans le sol ont été environ 4 fois plus élevées pour les engrais verts d'été (5 à 9 t/ha MS), en comparaison avec les engrais verts d'automne (1,2 à 2 t/ha). Les rendements vendables de pommes de terre produits en 2009 avec les précédents de cultures de rotation et d'engrais verts d'été et d'automne ont été significativement plus élevés en comparaison avec la pomme de terre en continu (Tableau 1). Les augmentations de rendements de pommes de terre obtenues ont varié entre 33 et 36 %, selon les précédents culturaux. En 2011, les augmentations de rendement ont été de l'ordre de 18 % et 53 % pour les précédents de cultures de rotation et d'engrais verts d'été, respectivement. Pendant les deux années, les augmentations les plus élevées de rendement ont été obtenues avec les précédents de moutarde jaune et de millet perlé comme engrais vert d'été. Pour les engrais verts d'automne, les augmentations de rendement ont été beaucoup moins importantes en 2011 (7 %).

### *Qualité de pomme de terre et incidence des maladies*

Les cultures de rotation et les engrais verts d'été ont significativement augmenté le poids spécifique des tubercules par rapport aux engrais verts d'automne et à la culture de pomme de terre en continu (Tableau 2). De plus, ces mêmes régies de rotation ont significativement réduit l'infestation de la gale commune (*Streptomyces* spp.), alors qu'elle était plus importante suite aux engrais verts d'automne et sous la culture de pomme de terre en continu.

### *Doses économiques d'engrais azotés selon les précédents culturaux*

En 2009, les doses économiques d'engrais azotés nécessaires pour produire le rendement maximal de pommes de terre ont été de 144 et 156 kg N/ha suite aux précédents de millet perlé et de millet japonais, respectivement (Tableau 1). La dose économique était de 200 kg N/ha suite aux précédents de pomme de terre en continu, de céréales ou de maïs. En 2011, après deux séquences de rotation de pomme de terre avec les engrais verts d'été et d'automne, des doses économiques plus faibles (50 à 162 kg N/ha) ont permis d'obtenir le rendement maximal de pommes de terre (Tableau 1).

### *Revenus nets*

Les revenus bruts, les coûts variables et les revenus nets associés à la pomme de terre en continu, aux cultures de rotation ainsi qu'aux engrais verts sont présentés au tableau 2 pour les deux cycles de rotation de 2008-2009 et 2010-2011. Les revenus nets ont été plus élevés pour les engrais verts d'automne, car l'établissement des engrais verts à l'automne permettait une année supplémentaire de récolte de pomme de terre. Même si les rendements de pommes de terre ont été plus élevés en 2009 dans les parcelles avec les engrais verts d'été, les revenus nets ont été plus faibles pour ces régies en raison du manque de revenu en 2008. Cependant, après deux cycles d'engrais verts d'été – pomme de terre, les revenus nets ont augmenté considérablement en 2010-2011 pour dépasser ceux de la culture de pomme de terre en continu et les cultures conventionnelles de rotation (maïs et céréales). Cette augmentation de revenus nets est attribuée aux rendements plus élevés des pommes de terre (Tableau 2) qui seraient reliés à l'amélioration des propriétés des sols ou à la diminution des maladies. Les revenus nets sont restés plus élevés avec les engrais verts d'automne, car ceux-ci ont été chaque fois semés après la production de pomme de terre. Cependant, après quatre années de culture de pomme de terre, l'infestation de la gale commune était plus élevée et le poids spécifique plus faible sous ces régies (Tableau 1), contrairement aux engrais verts d'été, ce qui pourrait affecter la qualité et la vente de la récolte.

**Tableau 1. Effets des précédents de cultures sur les rendements vendables de pommes de terre, les doses économiques d'azote, le poids spécifique et l'indice de gale commune**

Précédents de rotation des cultures	Rendement vendable		Dose économique d'engrais azoté		Poids spécifique		Indice de gale commune
	-----t/ha-----		-----kg N/ha-----				----%----
	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2011
Pommes de terre en continu	27,2	23,1	200	200	1,0953	1,0916	2,49
<b>Rotations conventionnelles</b>							
Orge	38,0	26,4	200	200	1,1003	1,0915	0,64
Maïs-grain	29,9	28,7	200	150	1,0991	1,0945	0,13
Avoine	41,9	26,4	---*	---*	1,0951	1,0917	0,16
<b>Engrais verts d'été</b>							
Moutarde jaune	39,9	38,4	---*	71	1,0972	1,0924	0,42
Millet japonais	33,7	32,4	144	---*	1,0998	1,0934	0,07
Millet perlé	37,1	35,4	156	55	1,0983	1,0932	0,60
<b>Engrais verts d'automne</b>							
Moutarde jaune	28,1	22,4	---*	152	1,0945	1,0878	2,00
Blé	39,5	28,2	---*		1,0853	1,0930	2,00
Seigle	37,9	29,2	---*	162	1,0926	1,0850	2,17
Avoine	39,1	28,9	200	50	1,0919	1,0880	1,83

\*Pas de réponse à l'apport d'engrais N pour pouvoir déterminer la dose économique

**Tableau 2. Revenus bruts, coûts variables et revenus nets totaux pour les années 2008-2009 et 2010-2011**

Précédents	Somme 2008-2009			Somme 2010-2011		
	Revenus bruts	Coûts variables	Revenus nets	Revenus bruts	Coûts variables	Revenus nets
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Pomme de terre	16070	5544	10526	15203	6154	9049
Orge	9788	3714	6074	9988	3906	6082
Maïs-grain	8617	4179	4438	12534	4148	8386
Avoine	10895	3702	7193	10877	3884	6993
Millet japonais	8213	3671	4542	12600	3839	8761
Millet perlé	10146	3697	6449	13316	3796	9520
Moutarde jaune	10732	3741	6991	13748	3644	10105
Pdt/avoine*	18190	5653	12538	18741	6493	12248
Pdt/moutarde	17845	5613	12233	19230	6694	12536
Pdt/blé	20637	5709	14929	22497	6830	15667
Pdt/seigle	20107	5630	14478	22104	6488	15616

\*Pomme de terre suivie d'un engrais vert

## Conclusion

Deux cycles de rotation avec les engrais verts d'été ont amélioré certaines propriétés du sol (azote minéralisable, activités biologiques et enzymatiques), ce qui peut justifier les augmentations de rendements de la culture (**effet indirect**) et la diminution de maladies des tubercules. Les meilleurs engrais verts ont été le millet perlé et la moutarde jaune comme engrais verts d'été, et le blé et le seigle comme engrais verts d'automne. Les augmentations de rendements de pommes de terre ont été cependant plus faibles avec les engrais verts d'automne. Par ailleurs, quatre années de culture de pomme de terre en continu, seule ou avec les engrais verts d'automne, ont augmenté l'incidence de la gale commune et réduit le poids spécifique. Les bénéfices économiques observés pour ces régions pourraient ainsi être affectés par la baisse de la qualité des récoltes et de la dégradation des sols. Cette étude a démontré que les engrais verts d'été peuvent à moyen terme augmenter les rendements et la qualité de la pomme de terre ainsi que les profits.

# Rotations : aspects de la rentabilité et des gains sur la production de pomme de terre.

Adrien N'Dayegamiye

IRDA

irda

N

# Rotation & avenir de l'industrie...

- Qualité de la récolte
- Réduction des coûts de production

irda

N

## Le sol = environ 30% des actifs de l'entreprise agricole

- La gestion des sols et des cultures (rotations) = facteurs clés pour les rendements et la qualité des récoltes
- et pour la réduction des coûts de production

irda

## Durée de rotation

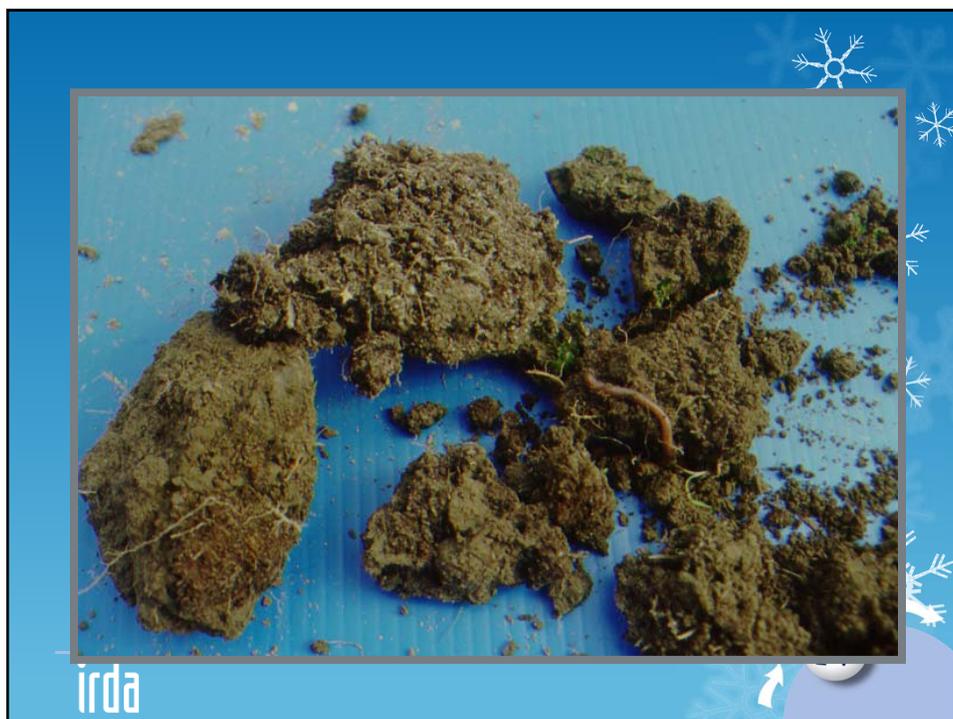
- Annuel 1
  - 2 années sur 3
  - 1 année sur 2
  - 1 année sur 3
- A) Les deux premières conduisent à la dégradation des sols et à la diminution des rendements
- B) Les deux dernières peuvent améliorer le sol et la productivité

irda



## Rotation de 3 ans et plus..

- Diminue le trafic de la machinerie et son effet sur la compaction des sols
- Un sol non compacté: peu sensible aux variations climatiques de sécheresse et humidité excessives
- Un sol non compacté et structuré: meilleure circulation d'air, infiltration d'eau et drainage; biodiversité microbienne et décomposition de la MO, et minéralisation de N et P



## Projet de recherche (2008-2011)

- Les engrais verts peuvent-ils augmenter les rendements en pomme de terre, ainsi que la rentabilité ?

irda

N



## Cultures de rotation

- Moutarde blanche
- Millet perlé
- Millet japonais
- Pdt/blé
- Pdt/seigle
- Pdt/moutarde
- Pdt/millet japonais
- Pomme de terre
- Orge
- Avoine
- Mais-grain

irda

N

## Deux cycles de rotation (2008-2011)

- 2008: établissement des cultures de rotations
- 2009: culture de pomme de terre
- 2010: établissement des cultures de rotation
- 2011: culture de pomme de terre

irda







## Fertilisation azotée (2009 et 2011)

- 0, 50, 100, 150, 200 et 250 kg N/ha

irda

N

# Résultats

irda

## Engrais verts d'été et d'automne

### Biomasses (t/ha)

- Engrais verts d'été: 4-8 t/ha (2008) et 5-9 t/ha (2010)
- Engrais verts d'automne: 2 t/ha (2008) et 1,2 t/ha (2010)

### Quantités d'azote

- Engrais verts d'été: 78-95 kg N (2008) et 131-138 kg N (2010)
- Engrais verts d'automne: 51-77 kg N (2008) et 47-53 kg N (2010)

irda

## Rendements en pomme de terre (t/ha): 2009 & 2011

Pommes de terre en continu	27,2	23,1
<b>Rotations conventionnelles</b>		
Orge	38,0	26,4
Maïs grain	29,9	28,7
Avoine	41,9	26,4
<b>Engrais verts d'été</b>		
Moutarde jaune	39,9	38,4
Millet japonais	33,7	32,4
Millet perlé	37,1	35,4
<b>Engrais verts d'automne</b>		
Moutarde jaune	28,1	22,4
Blé	39,5	28,2
Seigle	37,9	29,2
Avoine	39,1	28,9

irda

## Augmentation des rendments en pomme de terre

- Cultures conventionnelles de rotation: 18% (5 t/ha)
- Engrais verts d'été: 53% (14 t/ha)
- Engrais verts d'automne: 7% (2 t/ha)

irda

## Doses économiques (Kg/ha): 2009 & 2011

Pommes de terre en continu	200	200
<b>Rotations conventionnelles</b>		
Orge	200	200
Maïs grain	200	150
Avoine	---*	---*
<b>Engrais verts d'été</b>		
Moutarde jaune	---*	71
Millet japonais	144	---*
Millet perlé	156	55
<b>Engrais verts d'automne</b>		
Moutarde jaune	---*	152
Blé	---*	
Seigle	---*	162
Avoine	200	50

irida

## Doses économiques

- 0, 144 et 156 kg N/ha: moutarde jaune- millet japonais- millet perlé (2009)
- 50 à 162 kg N/ha: moutarde-millet perlé-Pdt/avoine- Pdt/moutarde-Pdt/seigle (2011)
- 200 kg N/ha pour les autres...

irida

## Poids spécifique

### Faible

- Pomme de terre en continu
- Pdt/engrais verts d'automne

### Élevé

- Cultures conventionnelles de rotation
- Engrais verts d'été (plus élevé)

irda

N

## Gale commune et sclerotinia

### Réduction

- Cultures conventionnelles de rotation (faible)
- Engrais verts d'été (forte)

### Infestation sévère

- Pomme de terre en continu
- Pdt/engrais verts d'automne

irda

N

## Nitrates PPNT et PSNT, uréase et activité biologique

- Engrais verts d'été > engrais verts d'automne > cultures de rotation > pomme de terre en continu.

irda

N

## Budget d'exploitation

- Produits – coûts variables = marge sur les coûts variables (revenus nets)

irda

N

## Revenus bruts, coûts variables et revenus nets (2008-2009)

Précédents	Somme 2008-2009		
	Revenus bruts	Coûts variables	Revenus nets
	(\$)	(\$)	(\$)
Pomme de terre	16070	5544	10526
Orge	9788	3714	6074
Maïs-grain	8617	4179	4438
Avoine	10895	3702	7193
Millet japonais	8213	3671	4542
Millet perlé	10146	3697	6449
Moutarde jaune	10732	3741	6991
Pdt/avoine*	18190	5653	12538
Pdt/moutarde	17845	5613	12233
Pdt/blé	20637	5709	14929
Pdt/seigle	20107	5630	14478

irda

## Revenus bruts, coûts variables et revenus nets totaux (2010-2011)

Précédents	Revenus bruts (\$)	Coûts variables (\$)	Revenus nets (\$)
Pomme de terre	15203	6154	9049
Orge	9988	3906	6082
Maïs-grain	12534	4148	8386
Avoine	10877	3884	6993
Millet japonais	12600	3839	8761
Millet perlé	13316	3796	9520
Moutarde jaune	13748	3644	10105
Pdt/avoine*	18741	6493	12248
Pdt/moutarde	19230	6694	12536
Pdt/blé	22497	6830	15667
Pdt/seigle	22104	6488	15616

irda

## Conclusions

- Les meilleurs engrais verts d'été: le millet perlé et la moutarde jaune
- Les meilleurs engrais d'automne: le blé et le seigle
- Les engrais verts d'été: forte augmentation des rendements et de la qualité des pommes de terre
- Les engrais verts d'automne et la pomme de terre en continu: diminution des rendements et de la qualité des pommes de terre

irda

## Conclusions

- Revenus nets: Pdt/engrais verts d'automne > engrais verts d'été
- Quatre années de pomme de terre seule ou avec les engrais verts d'automne ont augmenté l'incidence de la gale commune et du sclerotinia, et réduit le poids spécifique
- Les bénéfices économiques de la rotation Pdt/engrais verts d'automne sont ainsi affectés par la baisse de la qualité des récoltes et la dégradation des sols

irda