

Revue de littérature sur les rotations : faits saillants sur les pratiques optimales en regard des maladies, des insectes et des mauvaises herbes

Nathalie Lanoie agr., Ph.D.

Anne Vanasse agr., Ph.D.

Présentation

⌘ Projet qui visait à documenter les effets des rotations
et autres pratiques culturales sur

- Les maladies
- Les insectes
- Les mauvaises herbes
- La matière organique

⌘ 4 revues de littérature

⌘ 4 feuillets résumés

Rotation

- ⌘ Définition: Faire croître, selon une séquence, plusieurs espèces différentes de plantes sur un même lot (Bullock, 1992)
 - Intervalle souhaitable = 4 ans (Bailey, 1996)
- ⌘ Rotations courtes - monoculture (Bennett et al., 2012)
- ⌘ Fonction des prix du marché et non des meilleures pratiques agronomiques (Johnston et al., 2005)
- ⌘ Absence de diversité végétale = problème à venir

Maladies

- ➔ ⌘ Fonte des semis (*Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp.)
- ⌘ Piétin commun
- ⌘ Piétin-échaudage
- ⌘ Syndrome de la mort subite
- ⌘ Pourriture phytophthoréenne
- ⌘ Hernie
- ➔ ⌘ Fusariose de l'épi et du grain
- ➔ ⌘ Sclérotiniose

Fonte des semis

↳ *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp.

- S'attaquent aux racines, collets = pourritures (Bailey et al., 2004)
- Sol froid et humide durant l'émergence (Toropova et al., 2015)

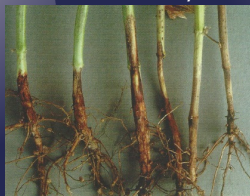
Pythium Orge



Pythium Maïs



Rhizoctonia Soya



Fusarium Blé



Fonte des semis



Source: Maladies des grandes cultures au Canada

Fonte des semis

- ↳ Rotations: plusieurs hôtes
 - Peu ou pas d'effets (Cook, 2001)
- ↳ Travail réduit ou semis direct: augmente ces maladies
 - Résidus: retardent réchauffement et assèchement (Cook, 2006)
- ↳ Conditions environnementales après semis (Pouleur et Comeau, 2011)

Fonte des semis

& Glyphosate au printemps avant semis

- Détruire MH et repousses = plantes en décomposition
- Colonisées par *Pythium*, *Rhizoctonia* et *Fusarium* (Rashid et al., 2013)
- Prêts à s'attaquer à la culture ensemencée (Lévesque et Rahe, 1992)
- Délai de 3 semaines recommandé avec de semer (Babiker et al., 2011)
- Traitements de semences peuvent protéger (OMAFRA, 2009)

Fusariose de l'épi et du grain

& Champignon *Fusarium graminearum* et *verticillioides*

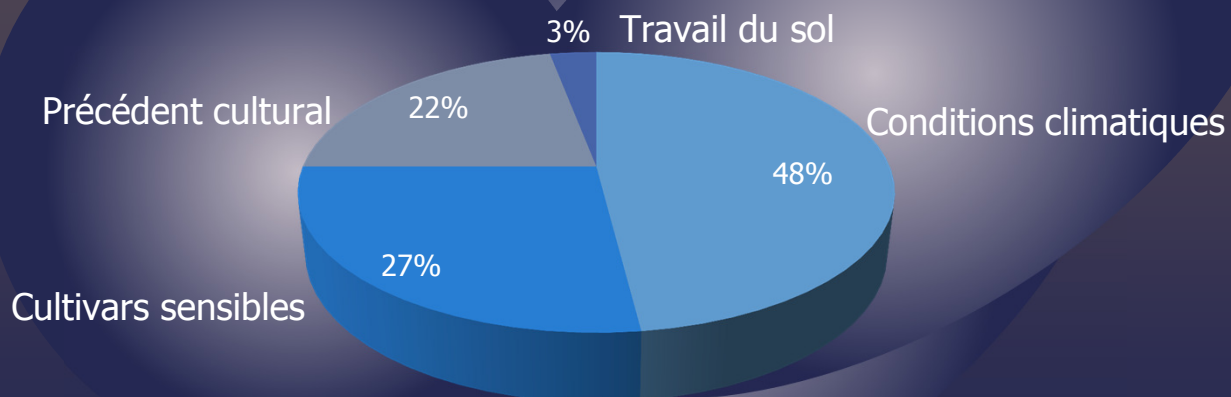
- Produit des toxines (DON, ZEN, FUM) (Miller 1995)

& Infecte blé, orge, maïs, seigle, tritcale (Schaafsma et al., 2001)



Source: Maladies des grandes cultures au Canada

Facteurs affectant la teneur en DON



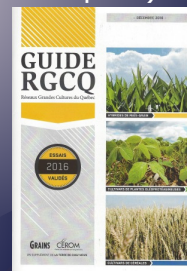
Schaafsma et al., 2001

Fusariose de l'épi et du grain

⌘ Cultivars plus tolérants: progrès de fait (Rioux, comm. pers.)

- Guide RGCQ: publie une cote de résistance
 - Blé et Orge

⌘ Rotations: soya, pois, canola, lin, luzerne
(Dill-Mackay et Jones, 2000)



Fusariose de l'épi et du grain

- ⌘ Travail du sol: dépend du précédent cultural
 - Résidus = source d'inoculum (Xu, 2003)
 - Soya, canola, pois = pas d'effet (Rioux et al., 2005)
 - Maïs, blé, orge = labour préférable (Dill-Mackay et Jones, 2000)

Fusariose de l'épi et du grain

- ⌘ Fongicides
 - Application au bon stade de la culture (fenêtre courte)
 - Blé: Floraison Orge: 100% épiaison Maïs: Sortie soies
 - « Azoles » (Proline, Prosaro, Caramba) efficaces (Paul et al., 2008)
 - Cultivars plus tolérants = efficacité accrue (Wegulo et al., 2011)
- ⌘ Combinaison de moyen de lutte
 - Cultivar tolérant + Rotation + Fongicide (si météo propice à la fusariose) (Rioux et al., 2013)

Sclérotiniose

- ⌘ Champignon *Sclerotinia sclerotiorum*
 - Température fraîche, humidité à la floraison (Mila et al., 2003)
 - Mycélium blanc, sclérotés dans tiges et gousses (Mueller et al., 2002)
- ⌘ Plusieurs hôtes: soya, canola, pois, lin, féverole, sarrasin et plusieurs MH dicotylédones (Bailey et al., 2004)



Source: Maladies des grandes cultures du Canada

Sclérotiniose

- ⌘ Cultivars
 - Soya: certains moins sensibles (RGCQ, 2016)
 - Canola sensible (Bailey et al., 2004)
- ⌘ Rotations
 - Maïs, céréales: 3-4 ans (Rousseau et al., 2007)
 - Canola: minimum de 4 ans (Morrall et Dueck, 1982)
- ⌘ Réduire densité du couvert végétal (Kurle et al., 2001)



Sclérotiniose

- ⌘ Semis direct ou travail superficiel: réduisent la maladie
 - Sclérotés en surface + culture non hôte (Rousseau et al., 2007)
- ⌘ Fongicides: application au bon stade de la culture
 - Soya: Début floraison Canola: 10 à 50% floraison (Bailey et al., 2004)
 - Rentable seulement si conditions environnementales propices à un développement important de la maladie (Bailey et al., 2004)
- ⌘ Cultivar plus tolérant + Rotation + Semis direct (Kurle et al., 2001)

Insectes

- ⌘ Mouche de Hesse
- ⌘ Cécidomyie du chou-fleur
- ⌘ Mouche du chou
- ⌘ Mouche des semis et Mouche des légumineuses
- ⌘ Hanneton commun et Scarabée japonais
- ⌘ Tipule des prairies

Insectes

- & Chrysomèles des racines du maïs du nord et de l'ouest
- & Pyrale du maïs
- & Vers fil-de-fer
- & Nématode à kyste du soya
- & Cécidomyie orangée du blé

Vers fil-de-fer

- & Espèce principale au QC (Labrie et al., 2016)
 - *Hypnoidus abbreviatus*
 - Ravageur secondaire
- & Genres dommageables
 - *Melanotus*, *Agriotes* et *Limonius*
 - Seulement dans 17% des échantillons
- & Larves dans le sol
 - Semences, racines, tiges
 - Très actives avril à juin (OMAFRA, 2009)



Vers fil-de-fer

- ⌘ Plusieurs hôtes: graminées fourragères et adventices, blé, orge, maïs, trèfle blanc, soya (Furlan, 1996; Vernon, 2005)
- ⌘ Rotations: Luzerne, tournesol, sarrasin (Labrie et Voynaud, 2013)
- ⌘ Travail de sol: blesse mécaniquement les VFDF ou les expose aux prédateurs (Seal et al., 1992)
- ⌘ Semis direct: augmente la survie hivernale
 - VFDF près des parties vulnérables des cultures (Willis et al., 2010)

Vers fil-de-fer

- ⌘ Insecticides
 - Ne causent pas la mortalité (Willis et al., 2010)
- ⌘ Néonicotinoïdes comme traitement de semence
 - Sensibilité des VFDF varie selon l'espèce (Esser et al., 2015)
 - Recherche au QC sur rentabilité économique dans le maïs
 - 4 ans, 7 régions, 68 champs (Labrie et al., 2016)
 - Pas de différence significative entre les parcelles traitées et non traitées pour le nombre de VFDF et le rendement
 - Utilisation systématique pas nécessaire

Nématode à kyste du soya

- ↳ Ver microscopique: attaque les racines
- ↳ Formation de kystes, peu de nodules (Anderson, 2014)
- ↳ Symptômes confondus
 - Carence, herbicide, compaction, inondation, sécheresse (Colton-Gagnon et al., 2015)
 - 15-20 ans avant d'identifier = champ infecté = impossible d'éradiquer (OMAFRA, 2009)



Source: fr. wikipedia.org



Source: G. Bélair (AAC)



Source: T. Welacky (AAC)

Nématode à kyste du soya

- ↳ 2013: 1^{er} champ au QC (Mimee et al., 2015)
- ↳ Transporté par: eau, vent, machinerie, oiseaux, sol dans semences (Wrather et al., 1984)
- ↳ Hôtes: soya, pois, haricot, tabouret des champs, stellaire moyenne, bourse-à-pasteur, (canola, mélilot, trèfle alsike, moutarde sauvage) (Faghihi et Ferris, 2012)

Nématode à kyste du soya

↳ Stratégie de gestion

- Cultivars résistants: Ontario et États-Unis
- Rotation avec des cultures non hôtes (Conley et al., 2011)

↳ Rotations: Luzerne, trèfle rouge, avoine, blé, orge, maïs, lin, graminées fourragères (Faghihi et Ferris, 2012)

- Légumineuses libèrent des exudats, stimulent l'éclosion, empêchent la reproduction = diminution population (Schmitt et Riggs, 1991)

↳ Travail du sol: résultats variables (Workneh et al., 1999)

Cécidomyie orangée du blé



↳ Insecte: ravageur important du blé (Wright et Doane, 1987)

- Humidité et températures chaudes (Knodel et Ganehiarachchi, 2008)
- Femelles pondent sous les glumes et peuvent porter des spores de Fusarium (Mongrain et al., 1997; Olfert et al., 2009)

↳ Larves: se nourrissent des grains, dégradent l'amidon, diminuent teneur en protéines (Dexter et al., 1987; Roy et al., 2008)

Cécidomyie orangée du blé

- ⌘ Hôtes: blé, seigle, triticales, graminées adventices (Wright et Doane, 1987)
- ⌘ Cultivars résistants: Ouest canadien; 1 gène (Kamran et al., 2013)
- ⌘ Désynchronisation entre la ponte et l'épiaison (Wright et Doane, 1987)
 - Cultivars très hâtifs
 - Semis très hâtif
 - Semis à taux élevé = uniformité à l'épiaison (Elliot et al., 2011)

Cécidomyie orangée du blé

- ⌘ Rotations: soya, maïs, canola, lin, lentilles, avoine
- ⌘ Travail du sol: aucun effet
- ⌘ Insecticide: efficace mais dépistage difficile (Kamran et al., 2013)
- ⌘ Ennemi naturel: guêpes parasitoïdes (Roy et al., 2008)

Mauvaises herbes

- ⌘ Densité et diversité selon les systèmes culturaux
- ⌘ MH résistantes aux herbicides
 - Herbe à poux
 - Folle avoine
- ⌘ Moyens de lutte contre les MH résistantes

Densité et diversité des MH

- ⌘ Imitent les cultures pour survivre et proliférer (Teasdale et al., 2004)
- ⌘ Compétitivité des cultures
 - Orge > seigle > blé et avoine > pois > pomme de terre > soya > lin > haricot (Frick, 2000)
 - Cultures d'automne, Cultures pérennes (Sosnoskie et al., 2006)
 - Cultures intercalaires ou de couverture (Liebman et Dyck, 1993)

Densité et diversité des MH

⌘ Travail du sol et MH associées

- Travail minimum et semis direct
 - Petites graines, disséminées par le vent, germination à la surface
 - Pissenlit, laiteron, chardon, liseron, pied-de-coq (Blackshaw et al., 2006)
 - Densité et diversité plus élevées en semis direct (Légère et al., 2011)
- Travail conventionnel
 - Graines dures, germination à différentes profondeurs
 - Chénopode, amarante, moutarde, renouée (Blackshaw et al., 2006)
 - Diminution significative de la densité des MH vivaces (Demjanova et al., 2009)

MH résistantes aux herbicides

⌘ Herbicides: 200 m.a.; 29 groupes => mode d'action

- 6 modes d'action = 80% du marché (Green, 2014)
- Glyphosate = 65% du marché (Green, 2014)
- Cultures résistantes aux herbicides (Légère et al., 2011)
 - Glyphosate et glufosinate (Bonny, 2016)
- Utilisation répétée d'un herbicide ou d'un mode d'action = développement d'individus résistants (OMAFRA, 2004)

MH résistantes aux herbicides

↳ Échelle mondiale en 2015:

- 249 espèces MH résistantes à 22 des 29 modes d'action (Heap, 2016)

↳ Québec en 2015:

- Espèces résistantes aux groupes:
 - 1, 2, 5, 7 (ex: Puma, Pursuit, Atrazine, Linuron) (Bernier et al., 2015)
- Aucune MH résistante au glyphosate (groupe 9) (Bernier, comm. pers.)

Moyens de lutte

↳ Quoi faire si vous avez des MH résistantes?

↳ Comment prévenir le développement de la résistance?

↳ Gestion intégrée:

- ↳ Utiliser toutes les options culturales, mécaniques et chimiques disponibles pour empêcher les MH résistantes d'évoluer, de se reproduire et de se répandre (Norsworthy et al., 2012; Green, 2014)

Moyens de lutte

- ⌘ Rotation des cultures (Buhler, 2002; Norsworthy et al., 2012)
 - Annuelle-pérenne, automne-printemps
 - Compétitivité et séquence des cultures
 - Cultures résistantes aux herbicides
 - Cultures intercalaires ou de couverture
 - Exemple: semis de trèfle rouge à la volée dans une culture de blé d'automne = limite le développement des MH après la culture (Mutch et al., 2003)

Moyens de lutte

- ⌘ Autres moyens de lutte
 - Rotation du travail du sol
 - Semis direct, travail minimal, labour, hersage, sarclage (Norsworthy et al., 2012)
 - Nettoyage des équipements entre les champs (Légère et al., 2000)
 - Gestion des bordures de champs (Norsworthy et al., 2012)

Moyens de lutte

⌘ Lutte chimique (OMAFRA, 2004)

- Herbicides seulement lorsque nécessaire
- Appliquer la dose recommandée
- Mélanges d'herbicides avec différents modes d'action
- Rotation des groupes d'herbicides

⌘ Dépistage systématique (Norsworthy et al., 2012)

Le futur

⌘ Développement de cultures résistantes à plus d'un herbicide (Bonny, 2016)

- Glyphosate et glufosinate + Groupes 1 ou 2 ou 4 ou 27 (Green, 2014)
- Déjà des MH résistantes à tous ces groupes
- Risque de résistance multiple ou croisée (Green et Owen, 2011)
- Coût plus élevé et diminution de la rentabilité (Mortensen et al., 2012)

Conclusion

- ⌘ Rotation des cultures
 - Pratique agronomique très efficace
- ⌘ Travail du sol
 - Dépend de la maladie, de l'insecte et des MH
- ⌘ Pesticides
 - Éviter le développement de la résistance
 - La modération a bien meilleur goût!

Remerciements

Anne Vanasse, Annie Brégar



Sylvie Rioux, Geneviève Labrie, Annie-Ève Gagnon



Danielle Bernier, Jean-Philippe Légaré



Denise Bachand, Danielle Jacques, Catherine Prévost



Denis Angers



Programme Innov'Action agroalimentaire – volet 2

