



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences de l'agriculture
et de l'alimentation

**LA FORMATION AGRONOMIQUE ET LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE EN
PHYTOPROTECTION À LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL**

Mémoire

de la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation
de l'Université Laval

Présenté à la

**COMMISSION DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES, DE L'ÉNERGIE
ET DES
RESSOURCES NATURELLES**

Le 26 juillet 2019

Coordination et rédaction

Denis Roy, Ph.D., Doyen
Lyne Létourneau, Ph.D., vice-doyenne aux études
Hélène Jacques, Ph.D., vice-doyenne à la recherche
Richard, Bélanger, Ph.D., Professeur titulaire
Josée Fortin, agr., Ph.D., Professeure titulaire
Valérie Fournier, Ph.D., Professeure titulaire
Guillaume Grégoire, agr., Ph.D., Professeur adjoint
Dominique Michaud, Ph.D., Professeur titulaire
Damien de Halleux, ing, Ph.D., Professeur titulaire
Luc Cyr, agr., M.Sc., adjoint au Doyen

Collaboration

Marie-Ève Brassard, agr., Ph.D., Chargée d'enseignement
Pierre-Mathieu Charest, Ph.D., Professeur titulaire
Daniel Dostaler, Ph.D., Professeur titulaire
Jean-Claude Dufour, agr., Ph.D., Professeur titulaire
Charles Goulet, Ph.D., Professeur agrégé
Caroline Halde, Ph.D., Professeure adjointe
Mohamed Khelifi, ing., Ph.D., Professeur titulaire
Gilles Leroux, agr., Ph.D., Professeur titulaire
Alain Olivier, agr., Ph.D., Professeur titulaire
Olivier Soucy, agr., Ph.D., Chargé d'enseignement
Russell J. Tweddell, Ph.D., Professeur titulaire
Anne Vanasse, agr., Ph.D., Professeure titulaire

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Pavillon Paul-Comtois
2425, rue de l'Agriculture, local 1122
Québec (Québec) G1V 0A6 Canada
Téléphone: 418 656-3145 / 1 877 606-1122 poste 403145
Courriel : fsaa@fsaa.ulaval.ca
Site : www.fsaa.ulaval.ca

Table des matières

SOMMAIRE	3
1 INTRODUCTION	5
1.1 Que sont les pesticides ?	5
1.2 Historique de l'utilisation des pesticides.....	6
1.3 État de la situation au Québec.....	7
2 LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION	10
3 LA FORMATION AGRONOMIQUE EN PHYTOPROTECTION.....	11
3.1 Une formation universitaire mutidisciplinaire	11
3.2 Un soutien au développement du sens éthique	12
4 LA RECHERCHE EN PHYTOPROTECTION	13
4.1 Thématiques de recherche.....	13
4.2 Méthodes alternatives.....	13
4.2.1 Méthodes préventives.....	14
4.2.2 Méthodes biologiques	15
4.2.3 Méthodes génétiques.....	17
4.3 Financement de la recherche	18
4.4 Perspectives d'avenir.....	18
5 ACTIVITÉS DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES	19
6 CONCLUSION	20
7 RÉFÉRENCES	21
ANNEXE 1 : LISTE ET DESCRIPTION DES PRINCIPAUX COURS DU BACCALAURÉAT EN AGRONOMIE EN LIEN AVEC LA PHYTOPROTECTION	25
ANNEXE 2 : LISTE DES COURS DE FORMATION À DISTANCE DISPONIBLES AUX PRODUCTEURS ET À LEUR MAIN-D'ŒUVRE	43

SOMMAIRE

L'utilisation des pesticides en agriculture au Québec a été largement médiatisée au cours des dernières années. Les informations souvent contradictoires qui sont véhiculées rendent le débat sur l'utilisation des pesticides difficile à suivre pour la population et les élus. Si les quantités de pesticides utilisés au Québec ont augmenté dans les dernières années, elles se comparent avantageusement par rapport aux quantités utilisés dans d'autres pays occidentaux.

La Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation (FSAA) de l'Université Laval est un leader canadien en formation ainsi qu'en recherche et développement dans le secteur agricole. La FSAA forme environ 85% des agronomes membres de l'Ordre des agronomes du Québec. Plus de la moitié des cours obligatoires du baccalauréat en agronomie visent à développer les notions de base requises en matière d'utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides, de phytoprotection, de développement durable en agriculture et d'éthique professionnelle. Dans le cadre de leur formation, les étudiants en agronomie ont l'opportunité d'être en contact avec des experts, œuvrant comme professionnels dans leur milieu respectif. Ces rencontres permettent de nombreux échanges sur des problématiques actuelles utilisant les connaissances agronomiques et mettant à l'épreuve la compétence éthique de l'étudiant en le préparant à mieux réagir lors de situations complexes auxquelles il devra faire face dans sa vie professionnelle. En plus du baccalauréat en agronomie, la FSAA offre une formation aux cycles supérieurs ainsi que différentes formations continues et d'appoint en lien avec l'agriculture durable et l'utilisation rationnelle des pesticides.

L'utilisation des pesticides et leur impact sur l'environnement en milieux agricole ou urbain font l'objet d'études variées à la FSAA depuis plusieurs années. Ces recherches ont porté sur les méthodes préventives de lutte aux ravageurs, le développement de méthodes de lutte biologique, les impacts négatifs des pesticides sur l'environnement ainsi que sur l'amélioration de la résistance des végétaux par l'amélioration génétique. Le financement de ces activités de recherche provient de différentes sources gouvernementales, mais également de partenaires privés dans le cadre de partenariats de recherche. Toute la recherche effectuée à la FSAA émane de technologies ou expertises développées à l'Université et cette dernière est toujours propriétaire de la propriété intellectuelle s'y rattachant. En plus de faire avancer les connaissances et de développer des méthodes permettant de réduire l'utilisation des pesticides, cette programmation de recherche contribue à former des étudiants gradués qui deviendront des acteurs de changement lorsqu'ils intégreront le marché du travail.

La FSAA est un acteur stratégique important dans la formation des professionnels œuvrant en agriculture et dans le développement de méthodes visant à réduire l'utilisation des pesticides. De ce point de vue, la FSAA se doit d'être un interlocuteur incontournable pour penser et définir les politiques et stratégies visant une transition vers des pratiques de remplacement aux pesticides.

1 INTRODUCTION

L'utilisation des pesticides en agriculture au Québec a été largement médiatisée au cours des dernières années. Or, les informations véhiculées sont souvent contradictoires et il peut être difficile pour la population et les élus de s'y retrouver, notamment car le débat est souvent très polarisé entre les différents acteurs du milieu (fabricants de pesticides, groupes environnementaux, agriculteurs, consommateurs, etc.). La majorité de la population du Québec habitant en milieu urbain, il existe également une certaine méconnaissance des pratiques agricoles ainsi que des facteurs et contraintes auxquels sont soumis les agriculteurs de la part de celle-ci. La situation actuelle quant à l'utilisation des pesticides résulte d'un ensemble de facteurs complexes, et il serait utopique de pouvoir prétendre cesser complètement l'utilisation de ces produits à court terme. Cependant, une meilleure compréhension des causes ayant mené à la situation actuelle à l'aide de données scientifiques pourrait contribuer à élaborer des politiques plus efficaces pour rationaliser et réduire l'utilisation des pesticides au Québec.

1.1 Que sont les pesticides ?

De manière générale, un pesticide est un produit destiné à contrôler un organisme considéré comme nuisible pour les cultures. Les pesticides sont généralement constitués d'une matière active (généralement une molécule chimique de synthèse) et d'autres ingrédients visant à améliorer l'efficacité de cette dernière (stabilisants, surfactants, etc.). Les pesticides peuvent être classés selon le type d'organisme visé :

- Herbicides : produits utilisés pour lutter contre des mauvaises herbes
- Insecticides : produits utilisés pour lutter contre les insectes
- Fongicides : produits utilisés pour lutter contre les maladies causées par des champignons.

Les régulateurs de croissance peuvent également être considérés comme des pesticides même si leur utilisation vise plutôt à contrôler la croissance d'une culture plutôt que de détruire un organisme nuisible; ils sont donc soumis aux mêmes règles d'homologation et d'utilisation que les autres produits.

Les agents de lutte biologique, comme les insectes prédateurs, parasites des ravageurs, ennemis naturels des agents pathogènes, ne sont pas considérés comme des pesticides et ne sont donc pas soumis au processus d'homologation. Cependant, les micro-organismes (bactéries, champignons, etc.) utilisés pour lutter contre des ravageurs sont considérés comme des biopesticides et doivent être homologués comme les autres pesticides.

Les pesticides comprennent donc un vaste éventail de produits : près de 1000 matières actives sont présentement homologuées au Canada. Certaines sont d'origine naturelle, d'autres sont des analogues de molécules naturelles synthétisées en laboratoire alors que d'autres sont des molécules synthétisées de toute pièce par l'homme. La toxicité de ces molécules est également très variable et n'est pas nécessairement reliée à leur origine. On se doit donc d'être prudent avant de faire des généralisations et de considérer tous les pesticides comme étant égaux.

1.2 Historique de l'utilisation des pesticides

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, l'utilisation des pesticides pour protéger les cultures agricoles n'est pas une idée récente. Les premiers insecticides (mercure, arsenic et composés soufrés) auraient été utilisés par les Sumériens et les Chinois il y a plus de 3 000 ans pour protéger les cultures (Kolok, 2016). Jusqu'au 19^e siècle, l'utilisation d'agents de lutte biologique combinée à celle de substances chimiques diverses permettait un contrôle plus ou moins efficace des ravageurs des cultures. La découverte de la bouillie bordelaise (mélange de cuivre et de chaux) en 1882 et de son efficacité à protéger les vignes contre le mildiou est parfois considérée comme le début de l'ère moderne de l'utilisation des pesticides (Dixon, 2004; Fishel, 2013).

La synthèse du DDT (fin du 19^e siècle) et son utilisation subséquente comme insecticide (1939) marquent le début de l'utilisation des pesticides de synthèse à grande échelle. D'abord utilisé pour contrôler les moustiques vecteurs de la malaria, cet insecticide a sauvé des millions de vies humaines sur la planète à partir du début des années 40 (Mandavilli, 2006). Rapidement, ce produit a été adopté par les agriculteurs pour son efficacité, sa persistance et sa faible toxicité pour les humains (comparativement aux produits utilisés précédemment, soit le plomb, l'arsenic et le mercure) (Kolok, 2016). Le développement des pesticides de synthèse contribue à améliorer les rendements des cultures et s'inscrit dans l'industrialisation du modèle agricole, d'abord dans les pays occidentaux, puis dans les pays en voie de développement suite à la « Révolution verte ». Cependant, l'utilisation à grande échelle du DDT (et d'autres pesticides de synthèse similaires), sa persistance dans l'environnement et son mode d'action peu spécifique ont eu des impacts négatifs importants sur plusieurs organismes non-ciblés, et plus particulièrement certaines espèces d'oiseaux. Cette situation a mené à la publication du livre *Silent Spring* en 1962, dans lequel l'auteure Rachel Carson met en lumière les impacts négatifs potentiels de l'utilisation à grande échelle des pesticides de synthèse.

Ces préoccupations environnementales et les premiers signes de résistances d'organismes nuisibles aux pesticides ont mené au développement du concept de lutte intégrée, dans les années 1960 (Kogan, 1998). Cette approche prend en considération l'ensemble des méthodes de lutte disponibles de protection des plantes (mécaniques, biologiques et chimiques) et les intègre afin de réprimer le développement des ravageurs. Dans les décennies suivantes, l'adoption de politiques nationales et le développement de programmes de recherche ont permis la mise en place de programmes de lutte intégrée efficaces pour lutter contre plusieurs ravageurs dans différents pays (Kogan, 1998). Cette approche s'intègre cependant difficilement avec l'utilisation à grande échelle des traitements prophylactiques, comme les plantes transgéniques ou les traitements de semence, depuis les 20 dernières années (Peterson *et al.*, 2018). En effet, l'approche de la lutte intégrée est essentiellement basée sur le dépistage des ravageurs et une certaine tolérance de leur présence au-dessous d'un seuil d'intervention alors que les traitements prophylactiques sont essentiellement utilisés comme des polices d'assurance visant à prévenir toute apparition de ravageur (Peterson *et al.*, 2018).

Les premières plantes transgéniques ont été mises sur le marché à la fin des années 1990. Ces technologies ont été rapidement adoptées par les agriculteurs, et on estime aujourd'hui que

près de la moitié des superficies globales plantées en maïs, soja, coton et canola sont transgéniques (Brookes et Barefoot, 2017), ce qui représentait environ 200 millions d'hectares en 2017 (ISAAA, 2017). Malgré une certaine controverse quant à leur utilisation de la part du grand public, une méta-étude publiée en 2014 montre que l'utilisation des plantes transgéniques a mené à une diminution de l'utilisation des pesticides de 37% tout en augmentant les rendements de 22% à l'échelle globale (Klümper et Qaim, 2014). De plus, l'utilisation des plantes transgéniques a été associée à une diminution de la toxicité des pesticides utilisés ainsi qu'à une réduction des gaz à effets de serre (Brookes et Barefoot, 2017).

La culture des plantes transgéniques tolérantes au glyphosate a mené à l'utilisation à grande échelle de celui-ci, et les conséquences potentielles sur l'environnement et la santé humaine de son utilisation ont fait l'objet de plusieurs débats dans les dernières années; plusieurs groupes ont demandé l'interdiction de ce produit et certains pays (Sri Lanka, Vietnam, Autriche) ont récemment interdit son utilisation. L'apparition de certaines mauvaises herbes résistantes au glyphosate au Québec (et ailleurs) a cependant montré une certaine limite quant à l'efficacité de ce produit (Beckie, 2011). Notons cependant que les produits de remplacement disponibles sur le marché présentement sont généralement plus toxiques que le glyphosate (Kniss, 2016). De plus, l'utilisation du glyphosate et des plantes génétiquement modifiées a permis à plusieurs agriculteurs de mettre en place des pratiques de conservation des sols comme le semis direct et le travail minimal du sol, qui ont un impact positif sur la santé des sols et leur capacité de séquestration du carbone (Locke *et al.*, 2008).

De manière générale, les pesticides homologués dans les dernières années sont plus ciblés, moins toxiques et ont des doses d'applications beaucoup moins grandes que les générations précédentes. Cependant, si la toxicité de chacune des matières actives homologuée est évaluée, on en connaît encore peu sur les effets synergiques potentiels d'une combinaison de plusieurs pesticides sur la santé et l'environnement.

1.3 État de la situation au Québec

Les ventes globales de pesticides sont compilées annuellement au Québec par le Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques, ce qui nous permet d'obtenir un portrait de l'évolution de l'utilisation de ces produits pour différents secteurs. Dans le dernier bilan, colligeant les données jusqu'à 2017, on constate que les pesticides utilisés pour la production végétale représentent 3 348 328 kg d'ingrédient actif, soit près de 82% des ventes totales de pesticides dans la province. Cette quantité représente une augmentation de 8,5% par rapport à la moyenne des années 2006 à 2008, mais une diminution de près de 17% par rapport au pic historique de l'année 2014. Cependant, pendant cette même période, les indices de risque pour la santé et pour l'environnement des pesticides utilisés ont diminué de 13,5% et 2,8%, respectivement (MELCC, 2017). Notons cependant que ces données n'incluent pas les insecticides de la classe des néonicotinoïdes qui étaient utilisés pour enrober les semences : ces derniers n'étaient pas comptabilisés, mais le seront vraisemblablement à partir de 2018 suite aux modifications réglementaires mises en place par le MELCC avec la création de la classe de pesticides 3A et son assujettissement au régime de permis et certificats.

Les indices de pression des pesticides, soit la quantité totale d'ingrédients actifs appliqués divisée par la superficie des terres cultivées, ont varié de 1,86 à 2,15 kg entre les années 2012 à 2015. Ces indices sont comparables à ceux rapportés pour la même période au Canada, et sont plus faibles que les indices d'autres pays occidentaux (Figure 1.)

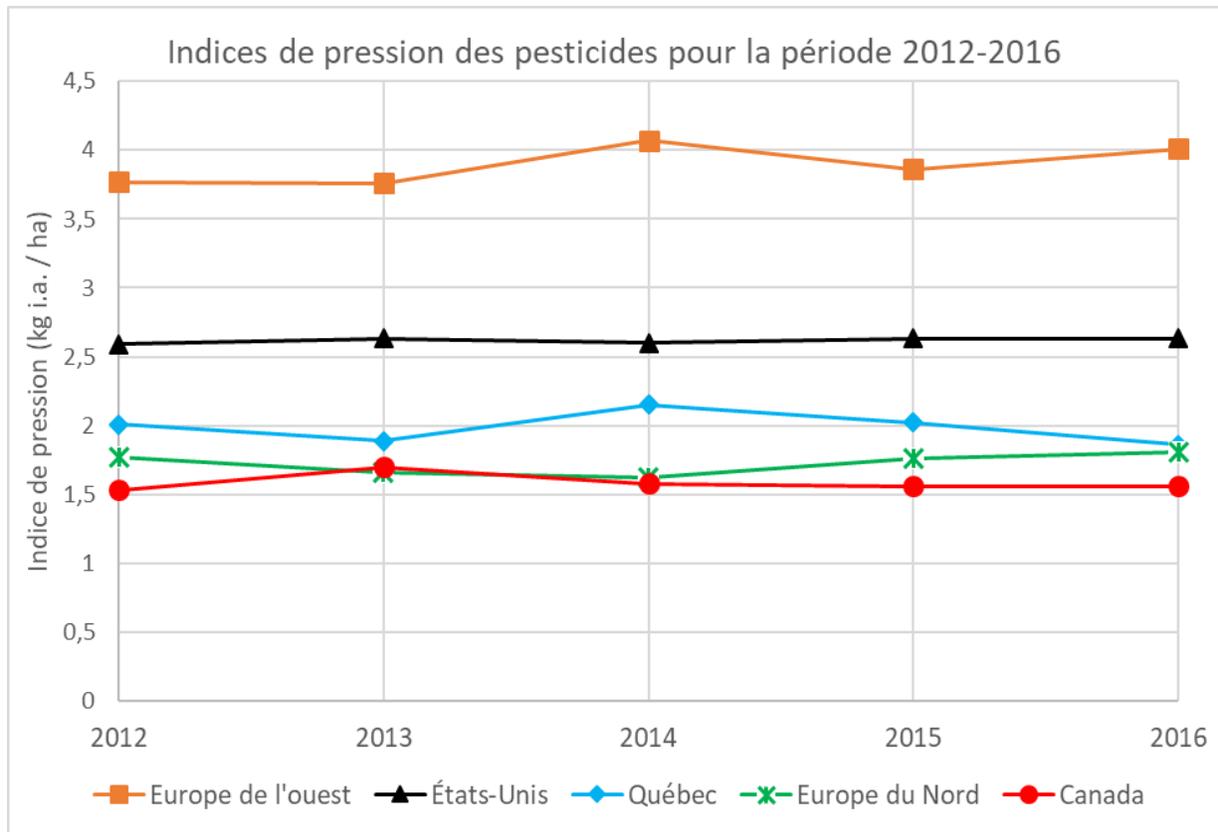


Figure 1. Indices de pression des pesticides (quantités d'ingrédients actifs (i.a.) appliqués par superficie de terres cultivées) pour le Québec et d'autres pays occidentaux pendant la période 2012-2016. (Sources : MELCC, 2017 et FAO, 2018)

À l'instar du reste de l'Amérique du Nord, l'agriculture québécoise s'est modifiée dans les dernières décennies : le nombre d'exploitations a diminué, la taille moyenne des entreprises a augmenté et celles-ci sont devenues de plus en plus spécialisées. Les cultures plus rentables, comme le maïs et le soja, ont remplacé une partie des cultures moins rentables comme les céréales et les prairies (Institut de la statistique du Québec, 2018a). Ces changements affectent l'utilisation des pesticides, car une majorité des semences de maïs et de soja sont modifiées génétiquement (Institut de la statistique du Québec, 2018b), soit pour mieux résister aux insectes, ou encore pour tolérer l'application d'herbicides, comme le glyphosate. Les herbicides de la famille du glyphosate sont d'ailleurs les pesticides les plus utilisés au Québec, et de loin : cette famille représentait près de 50% de toutes les ventes de pesticides agricoles en 2017 (Institut de la statistique du Québec, 2018a).

Les marchés sont maintenant plus ouverts, ce qui a augmenté la concurrence internationale et forcé les entreprises à devenir plus compétitives. Cette compétition n'est cependant pas toujours à armes égales, puisque les réglementations environnementales (incluant celles sur les pesticides) varient d'un pays à l'autre, ce qui affecte le coût de production. Cette globalisation des marchés et le contexte actuel de changements climatiques risquent d'augmenter la propagation des ravageurs dans les prochaines années (Lamichane *et al.*, 2015). Les consommateurs sont aujourd'hui plus préoccupés par les méthodes de production agricole, dont l'utilisation des pesticides. L'agriculture biologique a d'ailleurs connu une croissance exceptionnelle dans les dernières années au Québec; même si seulement 4 % des fermes québécoises sont certifiées biologiques (Filière biologique du Québec, 2018; MAPAQ, 2018). L'utilisation des biopesticides et de la lutte biologique est également de plus en plus répandue dans certaines productions, notamment en culture maraîchère ainsi qu'en culture en serre (maraîchère et ornementale), mais reste encore marginale dans les grandes cultures. Toutefois, dans ce secteur, l'usage des cultures de couverture pouvant servir de paillis ou ayant un effet allélopathique (ou inhibiteur) envers les mauvaises herbes est de plus en plus répandu, compte tenu des effets bénéfiques non seulement pour la lutte aux adventices mais pour la santé des sols.

2 LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Dès 2004, l'Université Laval a été la première université du Québec à adopter une Politique de l'environnement. Par la suite, l'Université Laval a réitéré son engagement envers la protection de l'environnement en adoptant dès 2008 une Politique institutionnelle de développement durable qui s'est concrétisée par la suite au travers de ses différentes planifications stratégiques (2012-2017 et 2017-2022). En cohérence avec cette culture du développement durable, l'Université Laval et la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation (FSAA) ont été les premières au Canada à prioriser l'importance de l'agriculture durable et de la réduction des pesticides en créant en 2001 la Chaire de recherche du Canada en phytoprotection. L'Université Laval, de concert avec la FSAA, s'est pleinement engagée en faveur des méthodes de lutte alternatives aux pesticides en renouvelant jusqu'en 2022 cette chaire de recherche en phytoprotection.

Seule institution d'enseignement et de recherche universitaire en agriculture, alimentation et nutrition de langue française en Amérique du Nord depuis plus de 100 ans, la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation (FSAA) de l'Université Laval offre 36 programmes de formation universitaire aux trois cycles. La FSAA se positionne comme un leader canadien en recherche et développement avec des partenaires majeurs créateurs d'innovations et de développement durable dont le budget annuel dépasse les 30M.

Une Faculté capable de répondre aux besoins de l'ensemble de la chaîne agroalimentaire (producteurs, transformateurs, grossistes, détaillants, marché de l'hôtellerie, de la restauration et de l'industrie, consommateurs) avec plus de 110 professeurs-chercheurs à temps complet, plus de 2500 étudiants, dont 400 aux études supérieures à temps complet, par la compétence de ses ressources humaines et l'excellente réputation des équipes de chercheurs.

Ses activités d'enseignement et de recherche reposent sur des structures organisées, dont un Institut de recherche multifacultaire, 4 Centres de recherche, dont le Centre de recherche en innovation des végétaux (CRIV), ainsi que d'excellents partenariats de recherche para gouvernementaux (CRSAD, IRDA, CPOQ, MERINOV) et des collaborations innovantes avec les institutions collégiales et les Centres de transfert de technologie (CTT).

Plus de 60 professeurs-chercheurs enseignent au programme de baccalauréat en agronomie (B.Sc.A.), couvrant ainsi tous les domaines de formation et de recherche reliés à tous les modèles de production agricole (agriculture traditionnelle, agriculture biologique, agriculture raisonnée, agriculture urbaine, lutte intégrée, agriculture écologique, agriculture durable). Plus de 85% des agronomes pratiquant officiellement leur profession dans la province de Québec ont diplômé de ce programme. Enfin, depuis 2012, la FSAA collabore à la formation de l'Ordre des agronomes intitulée *Intervention-conseil en phytoprotection* à l'intention des agronomes qui offrent des services-conseils en phytoprotection.

3 LA FORMATION AGRONOMIQUE EN PHYTOPROTECTION

L'objectif général du programme de baccalauréat en agronomie est d'assurer le développement et l'épanouissement des personnes désireuses de maîtriser la science et l'art nécessaires à la saine utilisation et à la saine gestion des ressources vouées à la production agricole et alimentaire dans la perspective d'un développement durable.

Le programme vise à ce que le futur agronome ait une vision globale des systèmes de production, une bonne intégration des connaissances, une bonne compréhension de la réalité agricole de même que des attitudes personnelles et une maîtrise de la communication permettant entre autres d'exercer avec compétence les fonctions suivantes : service - conseil, gestion, recherche-développement dans les domaines tels que les productions animales (lait, viande, œufs), les productions végétales (grandes cultures, fruits et légumes, fleurs, plantes ornementales), les sols et l'environnement (conservation, fertilisation et utilisation des sols, aménagement du territoire).

3.1 Une formation universitaire mutidisciplinaire

Le programme de Baccalauréat en agronomie offert par la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval forme environ 85% des agronomes membres de l'Ordre des agronomes du Québec. Plus de la moitié des cours communs aux quatre majeures du baccalauréat en agronomie (agronomie générale, productions animales, productions végétales, sols et environnement) permettent d'acquérir les notions de base requises en matière d'utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides, de phytoprotection, de développement durable en agriculture et d'éthique professionnelle, pour un total de plus de 2000 heures d'apprentissage. Des connaissances essentielles en physiologie végétale, en microbiologie générale, en génétique, en science du sol, en fertilisation des sols, en génie rural, en gestion de l'entreprise agricole et en utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides sont acquises. La mise à jour annuelle des cours permet d'inclure les nouveautés, que ce soit au niveau de la réglementation, des nouveaux produits, des nouvelles approches, des problématiques spécifiques reliées à l'utilisation des pesticides et des méthodes alternatives de lutte contre des organismes nuisibles. Les notions de développement durable sont aussi abordées de façon importante dans ces différents cours. Des études de cas basées sur des problématiques réelles sont utilisées, permettant de bien préparer les futurs agronomes à la réalité du terrain. Cette formation obligatoire est complétée par des stages en milieu pratique permettant à l'étudiant de s'initier aux cycles de production, aux contraintes vécues par les producteurs, et aux problèmes et solutions en matière de phytoprotection.

Le programme d'agronomie comprend également plusieurs cours portant sur l'identification des insectes nuisibles, des mauvaises herbes et des maladies des plantes, sur l'agriculture biologique, sur la gestion de l'eau, la conservation des sols et la protection de l'environnement. De plus, les connaissances et compétences acquises dans les cours obligatoires et optionnels sur l'utilisation rationnelle des pesticides ou l'usage de moyens alternatifs de lutte contre les mauvaises herbes, maladies et insectes nuisibles sont appliquées dans les différents cours de productions végétales offerts dans le programme.

Dans le cadre de sa formation, l'étudiant en agronomie a l'opportunité de nombreuses reprises d'être en contact avec des experts, œuvrant comme professionnels dans leur milieu respectif. Entre autres, l'étudiant rencontre des chercheurs et des agronomes d'expérience et discute de situations réelles de terrain. Ces rencontres permettent de nombreux échanges sur des problématiques actuelles utilisant les connaissances agronomiques et mettant à l'épreuve la compétence éthique de l'étudiant en le préparant à mieux réagir lors de situations complexes auxquelles il devra faire face dans sa vie professionnelle. Les connaissances et compétences acquises lors de sa formation permettent à l'agronome de poser un diagnostic, formuler des recommandations adaptées à la situation et proposer les méthodes d'intervention appropriées à la situation en utilisant une démarche réfléchie, éthique et professionnelle. La liste des principaux cours en lien avec la phytoprotection et leur description est présentée en Annexe 1.

Finalement, les professeurs-chercheurs profitent de leurs cours pour présenter les nouvelles avenues et les pratiques de remplacement innovantes permettant de rationaliser l'usage des pesticides.

3.2 Un soutien au développement du sens éthique

La formation universitaire des futurs membres de l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ) combine aussi des enseignements portant sur les dimensions éthiques de grands enjeux en agroalimentaire et celles de la pratique professionnelle contemporaine. En effet, deux cours obligatoires au baccalauréat en agronomie (« Enjeux éthiques de l'agroalimentaire contemporain » et « Pratique professionnelle en agronomie ») visent l'amélioration du sens éthique du futur professionnel. L'objectif commun de ces cours est d'aider l'étudiant à développer son jugement éthique dans un contexte sociétal, mais aussi dans un contexte appliqué à la pratique agronomique.

Plus spécifiquement, les activités d'apprentissage se rapportant aux enjeux de société que suscitent l'agriculture et l'alimentation permettent à l'étudiant d'acquérir une meilleure compréhension de la composante éthique de ces enjeux, mais aussi de renforcer ses habiletés réflexives dans l'articulation d'une position individuelle éclairée.

Le futur agronome est aussi confronté aux enjeux éthiques de la pratique professionnelle (par ex. : services-conseils, responsabilités, conflits de rôles, indépendance professionnelle) à la lumière des exigences posées par l'encadrement professionnel et légal de la profession, notamment les dispositions du Code de déontologie des agronomes. L'étudiant est amené à développer son jugement moral dans un contexte sociétal, mais aussi dans un contexte appliqué à la pratique agronomique. Il apprend à faire preuve d'objectivité et d'impartialité face à des dilemmes éthiques qui lui sont soumis, et à intégrer tous les intérêts en jeu dans ce genre de situation complexe, en appuyant sa démarche sur des références pertinentes et crédibles. Ainsi, l'étudiant élabore sa propre opinion en restant critique et objectif face à toute l'information disponible, comme le prescrira sa pratique ultérieurement. Dans ce contexte, l'étudiant rencontre des agronomes d'expérience et discute de situations où des acteurs du milieu ont créé de l'interférence afin d'influencer leur pratique quotidienne.

4 LA RECHERCHE EN PHYTOPROTECTION

En dépit de leurs effets secondaires potentiellement négatifs, les pesticides jouent un rôle essentiel dans l'agriculture moderne, et assurent dans bien des cas la rentabilité pour les producteurs agricoles. La Révolution verte, dont la genèse remonte aux années 1950, a créé un climat de dépendance aux pesticides sur lequel la conjoncture économique maintient son emprise. En effet, plusieurs études font état de répercussions catastrophiques sur une agriculture exempte de pesticides incluant la disparition de certaines cultures et une augmentation considérable des prix des produits agricoles. Pour ces raisons, une législation trop restrictive sur l'utilisation des pesticides aurait pour effet de déstabiliser négativement les standards de productivité sur lesquels repose l'agriculture contemporaine.

4.1 Thématiques de recherche

L'utilisation des pesticides et leur impact sur l'environnement en milieu agricole ou urbain font l'objet d'études variées au Centre de recherche et d'innovation sur les végétaux (CRIV) de l'Université Laval depuis plusieurs années. Des chercheurs du Centre se sont par exemple intéressés, ces dernières années, au développement de cultures végétales résistantes aux insectes nuisibles ou aux maladies, à l'implantation d'agents de lutte biologique en systèmes agricoles ou horticoles comme alternative aux pesticides de synthèse et au dépistage précoce des agents nuisibles en milieu agricole dans une perspective de gestion responsable des pesticides. D'autres chercheurs se sont attardés à l'impact des pesticides sur le déclin et la santé des abeilles, à la gestion raisonnée des insectes, maladies et mauvaises herbes en milieu urbain ou à la définition d'approches écoresponsables pour la gestion durable des pesticides en milieu agricole. Par ailleurs, plusieurs chercheurs réalisent des recherches sur les moyens mécaniques de lutte contre certains prédateurs. La lutte biologique par les composts, la lutte contre la fusariose de l'épi, la lutte contre les insectes dans le canola, l'utilisation de cultures intercalaires dans le maïs-grain tout comme l'utilisation d'insectes forestiers, de mycorhize pour la restauration des sites miniers ou de trichoderma contre le pythium ont fait l'objet de projets de recherche ces dernières années.

Enfin, toute une série de méthodes alternatives décrites ci-après font l'objet de recherche à la FSAA et sont également enseignées aux futurs agronomes ainsi qu'aux étudiants des 2^{ème} et 3^{ème} cycles.

4.2 Méthodes alternatives

La réduction graduelle de la dépendance aux pesticides doit passer par la recherche et le développement de pratiques innovantes qui sauront pallier les effets négatifs des produits chimiques tout en assurant des rendements économiques acceptables pour les producteurs. Différents caractères peuvent définir les méthodes alternatives dont l'application sera envisageable en fonction de plusieurs paramètres incluant le prix, l'efficacité, le type de production, etc. De façon générale, mais non restrictive, les méthodes alternatives sous l'égide de pratiques innovantes, peuvent s'inscrire sous les catégories suivantes, dont la plupart font l'objet de recherche à la FSAA.

4.2.1 Méthodes préventives

Il est bien établi que toute mesure propre à réduire la quantité des ennemis des cultures, ou à ralentir/prévenir leur apparition, qu'il s'agisse de mauvaises herbes, insectes ou agents pathogènes, s'inscrit dans un programme de réduction des pesticides. Ainsi, les principes de rotation des cultures, l'élimination des débris organiques, le respect de pratiques culturales plus durables, la détection précoce des ennemis des cultures, le désherbage physique, etc. sont autant d'avenues disponibles aux producteurs. Bien que la plupart de ces approches ne constituent pas toujours des pratiques dites innovantes, elles sont largement discutées et enseignées aux futurs agronomes dans les différents programmes de la FSAA via les nombreux cours traitant des pesticides.

Rotations

Dans les systèmes de grandes cultures, la rotation avec les céréales d'automne et les cultures de couverture permet d'obtenir des gains agronomiques et environnementaux en lien avec l'amélioration de la qualité des sols, la réduction de la pollution diffuse (sédiments, éléments nutritifs) et l'utilisation des herbicides. Plus spécifiquement, un projet mené au département de phytologie de la FSAA a montré que le semis du blé d'automne en pré-défoliation ou à la suite d'un soya hâtif permet la suppression du développement végétatif des mauvaises herbes à l'automne de même qu'au printemps suivant, ce qui donne l'occasion de réduire l'utilisation des herbicides ou même de ne pas en utiliser, puisque le blé d'automne est très compétitif face aux adventices durant la saison. Dans un contexte de développement de mauvaises herbes résistantes aux herbicides, la céréale d'automne permet de réduire la pression de sélection vers la résistance, soit par le non-emploi des herbicides, soit par la rotation des groupes d'herbicides utilisés communément dans le maïs et le soya (Vanasse et al. 2018).

Un autre projet de méta-analyse effectuée sur les effets bénéfiques des cultures de couverture a mis en évidence que cette pratique permettait des augmentations de rendement de 16 à 22 % dans le maïs et les céréales ensemencés suite aux cultures de couverture (Vanasse et al., 2017). En plus des effets bénéfiques sur la qualité des sols, les cultures de couverture réduisent la concurrence offerte par les mauvaises herbes, soit 1) directement, via le développement rapide de certaines cultures de couverture qui limitent l'accès à la lumière et étouffent les adventices ou par un effet de paillis qui réduit la germination et la croissance des mauvaises herbes, ou 2) indirectement, via un effet allélopathique, par la production de toxines naturelles dans le sol par certaines cultures de couverture qui inhibent la germination et la croissance des mauvaises herbes (CPVQ, 2000; Clark et al., 2007; Thomas et Archambeaud, 2013; Frick et al., 2017).

Nouveaux outils de diagnostic

Les récentes percées en biologie moléculaire ont ouvert la voie à de nouvelles opportunités de lutte préventive basée sur le diagnostic précoce et ciblée des ennemis de culture. Ainsi, les techniques de la réaction en chaîne par polymérase (PCR) permettent de définir avec une précision inégalée et à partir de quantités infimes la nature et la présence d'un agent pathogène avant même que ce dernier ait commencé à exercer son effet dévastateur sur les cultures. De cette façon, les producteurs peuvent engager des traitements préventifs ciblés qui auront pour

effet de réduire énormément le nombre d'applications subséquentes. Alternativement, si les tests indiquent une absence de l'agent pathogène, un producteur pourra éviter un traitement futile. Certains producteurs, dont la récolte est liée contractuellement, doivent adhérer à des cahiers de charge forçant l'application de pesticides à des intervalles préétablis. L'accès à des outils de diagnostic pourrait aider les producteurs à s'affranchir de telles obligations.

Dans d'autres cas, les outils de diagnostic permettent d'identifier la nature des gènes de virulence que possède un agent pathogène. Il devient ainsi possible d'utiliser du matériel végétal possédant une résistance naturelle à ces gènes, ce qui prévient le recours aux pesticides (Dussault-Benoit et al., 2019).

Les chercheurs de la FSAA sont engagés dans plusieurs projets de recherche visant le développement de tels outils (Conti et al., 2019). De plus, ces mêmes chercheurs travaillent en étroite collaboration avec les membres de Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ afin d'optimiser ces outils et d'accentuer leur utilisation pratique.

4.2.2 Méthodes biologiques

La lutte biologique *sensu stricto* consiste à exploiter les propriétés des ennemis naturels des ravageurs des cultures de façon à limiter leur impact en deçà d'un seuil économiquement acceptable. Il existe certains cas de succès commerciaux de lutte biologique notamment au niveau de l'exploitation d'insectes prédateurs. Les produits de lutte biologique sont particulièrement utilisés dans les productions serricoles et horticoles en raison de contraintes de coûts et d'efficacité mitigée sur de grandes surfaces.

Bioherbicides

Plusieurs efforts de recherche ont été consacrés au développement de bioherbicides, et plus particulièrement de champignons pathogènes pour la répression des mauvaises herbes dans les grandes cultures. Par exemple, un produit à base du champignon *Phoma macrostoma* a traversé toutes les étapes d'homologation sur la base de résultats convaincants de répression du pissenlit, du trèfle et du chardon dans les cultures de canola, blé et gazon. Toutefois, la commercialisation du produit a soulevé des problèmes de reproductibilité d'efficacité et de coût élevé par rapport aux herbicides conventionnels. Les recherches actuelles visent à pallier ces lacunes notamment par l'amélioration de la formulation et des procédés de production de masse.

Bio insecticides

Le succès des insectes prédateurs et des parasitoïdes en serre n'est plus à démontrer. Les serres offrent un environnement privilégié pour cette approche où le contrôle des conditions climatiques au sein d'une culture extrêmement dense dans un milieu confiné permet une dispersion uniforme et ciblée des agents de lutte biologique. De plus, la valeur ajoutée des produits serricoles justifie économiquement l'exploitation de ces ennemis naturels. Incidemment, les chercheurs de la FSAA ont investi beaucoup d'efforts au développement et à l'optimisation de cette approche biologique.

La bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) représente un autre cas de succès biologique contre les insectes ravageurs. Exploité sous formulation liquide ou comme trait biotechnologique dans les graines à travers le monde, le Bt a un spectre d'action très large et peut donc être utilisé dans différentes cultures contre différents ravageurs. Le Bt a notamment fait ses preuves dans les secteurs forestiers ainsi que dans les grandes cultures et a grandement contribué à réduire significativement l'utilisation d'insecticides chimiques. Toutefois, de récents rapports de résistance contre la protéine active soulèvent des questions quant à la pérennité des produits à base de Bt. Plusieurs initiatives de recherche visent à trouver de nouvelles souches de Bt ou variantes de la protéine de façon à mitiger les risques de développement de résistance chez les insectes cibles.

Outre le Bt, il existe différents champignons attaquant naturellement des insectes nuisibles et qui représentent des options additionnelles de lutte biologique. Par exemple, les champignons *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, et *Metarhizium anisopliae* sont autant d'exemples de champignons prédateurs capables de réduire certaines populations d'insectes. Le premier cas, *V. lecanii* a fait l'objet de recherches approfondies à la FSAA qui ont contribué à la commercialisation du produit Vertalec® à base de ce champignon (Askary et al., 1998). L'efficacité de produits à base de champignons repose sur le respect de paramètres précis. Par exemple, dans presque tous les cas, les champignons doivent être appliqués sous des conditions d'humidité relative supérieure à 90% pour maintenir leur développement et efficacité. Pour cette raison, ainsi que pour des considérations financières, ces produits ne sont bien souvent utilisés qu'en serre où le contrôle des conditions climatiques optimales est possible.

Bio-fongicides

En raison des conditions climatiques prévalant au Québec, les champignons représentent plus de 90% des maladies affectant les productions agricoles selon le Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ. Pour cette raison, les efforts de lutte biologique se consacrent principalement sur ces organismes. Les chercheurs de la FSAA ont contribué grandement à l'essor de ce domaine via le développement d'ennemis naturels contre les champignons pathogènes (Dik et al., 1998; Paulitz & Bélanger, 2001). Un produit, Sporodex® à base de la levure *Pseudozyma flocculosa*, a été homologué et commercialisé notamment en Europe (Bélanger et al., 2012). Toutefois, à l'instar d'autres produits à base de micro-organismes, les bio-fongicides ont des coûts d'utilisation plus élevés que les fongicides chimiques, et doivent surtout être appliqués sous des conditions spécifiques pour optimiser leur efficacité. Conséquemment, ce sont des produits de niche qui ne couvrent qu'une part limitée du marché potentiel, soient principalement des cultures serrioles ciblées.

Outre les produits à base de micro-organismes, plusieurs autres produits définis comme bio-stimulants ont été développés comme alternatives aux fongicides. Le premier de ces produits, Bion (maintenant connu sous le nom Actigard®) a comme molécule active un analogue de l'acide salicylique qui agit en stimulant les réactions naturelles de défense des plantes (Wurms et al., 1999). Développé initialement pour les grandes cultures, l'efficacité n'a pas justifié le coût d'application et son utilisation est maintenant confinée aux cultures maraichères. Il existe maintenant plusieurs produits sur le marché qui « stimulent » la croissance des plantes, sans

toutefois être homologués comme pesticides, principalement pour réduire les coûts d'homologation. Incidemment, les chercheurs de l'Université Laval ont beaucoup travaillé sur les propriétés stimulatrices d'un extrait de plante nommée *Reynoutria sacchalinensis* qui agit en induisant les réactions de défense de la plante (Daayf et al., 1997). Un produit à base d'extraits de cette plante, Regalia®, est disponible commercialement. Toutefois, la plupart des produits bio-stimulants, ont des marchés très ciblés, en raison de leur coût élevé et de leur spectre d'action se limitant principalement aux organismes biotrophes.

4.2.3 Méthodes génétiques

Méthodes classiques

La lutte génétique, basée sur l'introgession de gènes naturels de résistance contre les insectes et les maladies, représente sans contredit la méthode la plus propre et la plus efficace contre les ennemis des cultures. Les récents avancements en génomique et en séquençage ont permis des progrès jadis inimaginables dans la découverte de tels gènes ou marqueurs associés à la résistance contre des ravageurs donnés. De la même façon, ces nouvelles techniques accélèrent grandement la mise en marché de lignées porteuses de ces gènes. En effet, il est maintenant possible de cribler en quelques heures des génomes entiers de plusieurs millions de paires de base à l'aide des marqueurs SNPs afin d'identifier des gènes d'intérêt (Arsenault-Labrecque et al., 2018). La création d'organismes d'appuis à la recherche tels que Génome Canada et Génome Québec, indique à quel point la tendance future des approches biologiques émerge vers des solutions génomiques. Plusieurs membres de la FSAA conduisent des recherches supportées par Génome Canada et Génome Québec à des fins d'amélioration des cultures dans un contexte de résistance accrue aux stress biotiques et abiotiques.

Méthodes transgéniques et CRISPR-Cas

Les plants transgéniques, porteurs de gènes étrangers conférant des résistances aux herbicides, insectes nuisibles et maladies, ont fortement été publicisés et ont polarisé les opinions quant à leur acceptabilité sociale. Nonobstant cette situation, cette technologie s'est souvent inscrite dans une réduction d'utilisation des pesticides, mais la recherche dans ce sens a surtout été effectuée au sein de grandes entreprises.

Par ailleurs, la nouvelle technique CRISPR-Cas, qui permet d'éditer les génomes de façon précise et ciblée offre des opportunités illimitées dans la lutte contre les ravageurs et dans une optique de réduire la dépendance aux pesticides. Les premiers principes de base de ce mode naturel de défense ont été définis par le Dr. Sylvain Moineau de l'Université Laval. La technique a depuis été mieux définie et exploitée à des fins d'édition de gènes délétères ou bénéfiques dans un contexte d'amélioration des plantes (et autres organismes). L'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a récemment statué que cette technologie ne constituait pas une approche de transgénèse, ouvrant ainsi la voie à des opportunités facilitées d'application. Plusieurs groupes de recherche à la FSAA utilisent cette technique à des fins d'étude et de recherche et cet outil devrait apporter des contributions significatives dans un avenir proche à une agriculture moins dépendante des pesticides.

4.3 Financement de la recherche

Le financement des activités de recherche à la FSAA, dans le contexte de méthodes alternatives aux pesticides, passe par un nombre diversifié d'acteurs publics et privés. Les gouvernement fédéral et provincial contribuent largement à ce financement via les organismes subventionnaires tels le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), le Fonds de recherche du Québec - Nature et technologie (FRQNT), Génome Canada et Génome Québec. Les ministères directement associés à l'agriculture tels qu'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), le MAPAQ, le Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC), etc. investissent également via des programmes et thématiques spécialisés. Du côté privé, les regroupements de producteurs supportent plusieurs activités en collaboration avec AAC dans les programmes récurrents des Grappes agroscientifiques. Finalement, plusieurs entreprises privées, producteurs et associations viennent solliciter l'expertise des chercheurs de la FSAA dans le cadre de partenariats de recherche. La plupart de ces projets sont financés conjointement avec le CRSNG. Il est à noter que toute recherche effectuée à la FSAA émane de technologies ou expertises développées à l'Université et que cette dernière est toujours propriétaire de la propriété intellectuelle s'y rattachant.

4.4 Perspectives d'avenir

Les projets de recherche réalisés par les nombreux professeurs de la FSAA dans le but de développer des pratiques de remplacement innovantes sont à l'avant-plan des changements à venir dans la lutte antiparasitaire. Certains développements technologiques, auxquels les chercheurs de la FSAA prennent une part active, auront un impact sur l'utilisation des pesticides à plus ou moins long terme. Par exemple, les nouvelles techniques de biologie moléculaire rendent plus facile l'identification de matériel génétique procurant une résistance à certains insectes et maladies. Des méthodes comme le CRISPR-Cas accélèrent aussi le développement de variétés résistantes, et ce sans avoir nécessairement besoin d'utiliser la transgénèse. Ces méthodes permettent également d'en apprendre davantage sur les relations écologiques entre les organismes et donc d'optimiser les approches en lutte biologique. Le développement de l'intelligence artificielle, permettant notamment l'analyse de données massives et l'apprentissage machine, pourra également contribuer à réduire l'utilisation des pesticides en milieu agricole. Par exemple, des robots capables de reconnaître les mauvaises herbes et les enlever mécaniquement sont déjà disponibles sur le marché depuis quelques années, et seront probablement améliorés encore davantage dans les prochaines années afin de les rendre plus rapides et plus efficaces. Le développement des avions sans pilote (drones) pourrait également révolutionner le dépistage des différents stress des cultures en temps réel, et ainsi optimiser davantage l'utilisation de l'agriculture de précision. Ces véhicules peuvent également être utilisés pour disperser des agents de lutte biologique à grande échelle, ou même des pesticides de façon très localisée.

L'ensemble de ces nouvelles technologies ont le potentiel de révolutionner les approches agricoles en matière de lutte intégrée. Cependant, le développement de celles-ci et leur adaptation auprès des agriculteurs nécessiteront des efforts considérables en recherche et en

transfert technologique. La rentabilité économique de ces nouvelles technologies devra également être bien démontrée afin d'en favoriser l'utilisation à grande échelle par les agriculteurs.

5 ACTIVITÉS DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES

Bien entendu, de par sa mission de formation, l'Université Laval par l'intermédiaire des professeurs de la FSAA, assure le transfert des connaissances via les cours enseignés aux futurs agronomes. Ainsi, les connaissances acquises et les méthodes développées dans les différents projets de recherche sont intégrées dans les cours offerts aux trois cycles d'enseignement. Ces connaissances sont également transmises aux agronomes sur le terrain et aux agriculteurs dans le cadre de conférences, d'ateliers ou de journées terrain. De plus, les étudiants gradués qui travaillent sur ces projets deviennent des ambassadeurs de ces connaissances et des acteurs de changement lorsqu'ils intègrent le marché du travail. Plusieurs de nos anciens étudiants occupent d'ailleurs aujourd'hui des postes clés dans des ministères et organismes gouvernementaux en lien avec l'utilisation des pesticides: Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), Agriculture et agroalimentaire Canada, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre changements climatiques (MELCC), Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), etc. La création récente de plusieurs Chaires de leadership en enseignement (CLE) à la FSAA, dédiées à l'innovation pédagogique, contribuera à accélérer davantage ce transfert de connaissances et ce rayonnement en faisant appel à des pratiques novatrices en enseignement.

La FSAA présente aussi une offre de formation à distance à l'intention des producteurs agricoles et horticoles, des techniciens, des ouvriers agricoles et horticoles ainsi que les personnes du grand public intéressées (Annexe 2). Le certificat en horticulture et gestion des espaces verts comporte différents cours offerts à distance portant sur les notions de base en phytoprotection, sur les moyens de lutte contre les ennemis des plantes et sur la gestion rationnelle des produits antiparasitaires. Le microprogramme en agriculture biologique est aussi offert à distance. De plus, il est possible d'être admis à un cours d'un baccalauréat, d'un certificat ou d'un microprogramme, en présentiel ou à distance, si le cours ne fait pas l'objet d'une restriction particulière.

Enfin, les efforts de recherche de la plupart des professeurs chercheurs et en particulier ceux du Centre de recherche et d'innovation sur les végétaux (CRIV) se sont également traduits au fil des ans par des activités de vulgarisation à l'intention des intervenants professionnels du milieu et du grand public en général. Le rayonnement des chercheurs du CRIV s'est notamment manifesté, ces dernières années, par de multiples interventions dans la sphère publique et une présence soutenue dans les grands réseaux d'information (SRC/CBC, TVA), des magazines à grand tirage (Québec Science, Québec Vert, La terre de Chez Nous) et des émissions de vulgarisation scientifique réputées comme Découverte, La Semaine verte ou le Pharmachien.

6 CONCLUSION

La FSAA peut être considérée comme un acteur stratégique important dans la formation des professionnels œuvrant en agriculture. Son programme de baccalauréat en agronomie permet aux futurs agronomes d'acquérir un haut niveau de formation universitaire et de connaissances scientifiques et techniques ainsi que les compétences qui soutiennent leur capacité de mettre en œuvre des stratégies adéquates face aux problématiques de lutte antiparasitaire. Durant tout son cursus, le futur agronome est appelé à développer son jugement éthique dans un contexte sociétal, mais aussi dans un contexte appliqué à la pratique agronomique. La FSAA offre également de la formation continue auprès des professionnels en exercice, des producteurs et d'autres acteurs du milieu par l'intermédiaire d'initiatives variées de transferts des connaissances et de diffusion d'information.

De plus, les projets de recherche réalisés par des professeurs de la FSAA dans le but de développer des pratiques de remplacement innovantes sont à l'avant-plan des changements à venir dans la lutte antiparasitaire. Ces travaux posent les jalons de la phytoprotection de demain, tout en pointant des facteurs potentiels d'adoption ou de résistance. De ce point de vue, la FSAA s'affirme comme un interlocuteur incontournable pour penser les prochaines étapes d'une transition optimisée (ce qui ne signifie pas uniformisée) vers des pratiques de remplacement.

La recherche effectuée par les membres de la communauté professorale est également caractérisée par une indépendance importante et par sa transparence vis-à-vis des principaux bailleurs de fonds privés. Les professeurs actifs dans le domaine de la phytoprotection constituent une ressource compétente dont la communauté québécoise devrait davantage se prévaloir.

7 RÉFÉRENCES ¹

- Arsenault-Labrecque, G., Sonah H., Lebreton A., Labbé C., Marchand G., Xue A., Belzile F., Knaus B.J., Grünwald N.J., Belanger R.R. 2018. Stable predictive markers for *Phytophthora sojae* avirulence genes that impair infection of soybean uncovered by whole genome sequencing of 31 isolates. *BMC Biology*. 18:80
- Askary, H., Carrière, Y., Bélanger, R.R., & Brodeur, J. 1998. Pathogenicity of the fungus *Verticillium lecanii* to aphids and powdery mildew. *Biocont. Sc. Technol.* 8:23-32.
- Beckie, H. J. 2011. *Herbicide-resistant weed management: focus on glyphosate*. *Pest Management Science* 67: 1037–1048.
- Bélanger, R.R, Labbé, C., Lefebvre, F., Teichmann, B. 2012. Mode of action of biocontrol agents: all that glitters is not gold. *Can. J. Plant Pathol.* 34:469-478.
- Brookes, G. & Barfoot, P. 2017. *Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2015: Impacts on pesticide use and carbon emissions*. *GM Crops & Food* 8: 117–147.
- Clark, A. et al., 2007. Managing cover crops profitably. Third edition. Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) program. Handbook series book 9. 244 p.
- Conti, M., Cinget, B., Vivancos, J., Oudemans, P., Bélanger, R.R. 2019. A molecular assay allows the simultaneous detection of 12 fungi causing fruit rot in cranberry. *Plant Dis.* <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0531-RE>
- CPVQ, 2000. Engrais verts et cultures intercalaires. Module 6 – Autres pratiques de conservation. Feuille 6-A. Guide des pratiques de conservation en grandes cultures. CPVQ. 24 p.
- Daayf, F., Schmitt, A., & Bélanger, R.R. 1997. Evidence of phytoalexins in cucumber leaves infected with powdery mildew following treatment with leaf extracts of *Reynoutria sachalinensis*. *Plant Phys.* 113:719-727.
- Dik, A.J., Verhaar, M.A., Bélanger, R.R. 1998. Comparison of three biological control agents against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in semi-commercial scale glasshouse trials. *Eur. J. Plant Pathol.* 104:413-423.
- Dixon, B. 2004. *Pushing bordeaux mixture*. *The Lancet Infectious Diseases*, 4 : 594.
- Dussault-Benoit, C., Arsenault-Labrecque, G., Bélanger, R.R., Belzile, F., Humira, S. Methods and tools for plant pathogen assessment. US Patent application No. 62/686,242 filed on June 18 2019.

¹ Les références identifiées en caractère gras correspondent à des publications effectuées par des chercheurs de la FSAA à titre d’auteur ou de co-auteur.

- FAO - Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2018. FAOSTAT, Agri-environmental indicator / Pesticides. Disponible sur : <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/EP/visualize>
- Filière biologique du Québec. 2018. *Rapport annuel 2018*.
- Fishel, F. M. 2013. *Pest management and pesticides: A historical perspective*. Florida Cooperative Extension Service publication no. PI219.
- Frick, B., Telford, L. et Martens, J.T. 2017. *Organic field crop handbook*. Third edition. Canadian Organic Growers Inc. Editor Janet Wallace. 436 p.
- Institut de la statistique du Québec. 2018a. *Profil sectoriel de l'industrie bioalimentaire au Québec*.
- Institut de la statistique du Québec. 2018b. *Superficie des grandes cultures génétiquement modifiées, rendement à l'hectare et production, par région administrative, Québec*.
- International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. 2017. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017*. ISAAA brief no. 53.
- Klümper, W. & Qaim, M. 2014. *A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops*. PLOS ONE 9: e111629.
- Kniss, A. R. 2016. *Trends in diversity and relative toxicity of herbicide use in the United States*. Proceedings of the 28th Annual Integrated Crop Management Conference, Iowa State University: 63-69.
- Kogan, M. 1998. *Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments*. Annual Review of Entomology 43: 243–270.
- Kolok, A. S. 2016. *70,000 Years of Pesticides dans Modern Poisons: A Brief Introduction to Contemporary Toxicology* (A.S. Kolok, éditeur), Island Press/Center for Resource Economics, 95–103.
- Lamichhane, J.R., Barzman, M., Booiij, K., Boonekamp, P., Desneux, N., Huber, L., Kudsk, P., Langrell, S.R.H., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.-L., Messéan, A., 2015. *Robust cropping systems to tackle pests under climate change. A review*. Agronomy for Sustainable Development 35 : 443–459.
- Locke, M. A., Zablotowicz, R. M. & Reddy, K. N. 2008. *Integrating soil conservation practices and glyphosate-resistant crops: impacts on soil*. Pest Management Science 64: 457–469.
- Mandavilli, A. 2006. *DDT returns*. Nature Medicine 12: 870-871.
- Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec. 2018. *L'agriculture biologique au Québec et au Canada*. Bioclips, Vol. 26, no 20.
- Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques. 2019. *Bilan des ventes de pesticides au Québec en 2017*.
- Paulitz, T.C., Bélanger, R.R. 2001. Biological control in greenhouse systems. Ann. Rev. Phytopathol. 39:103-133.**

- Peterson, R. K., Higley, L. G., Pedigo, L. P. 2018. *Whatever happened to IPM?* American Entomologist 64: 146–150.
- Thomas, F. et Archambeaud, M. 2013. Les couverts végétaux. Gestion pratique de l'Interculture. Éditions France Agricole. ISBN : 978-2-85557-262-8. 306 p.
- Vanasse, A., 2018. Guide de production sur les céréales d'automne. Éd. CRAAQ. ISBN 978-2-7649-0580-7. 96 p.**
- Vanasse, A., Charles, A et Tremblay, N. 2017. Méta-analyse sur la contribution des cultures de couverture à la dynamique de l'azote, à la qualité des sols et aux rendements des grandes cultures. Rapport final. Projet IA214152. Programme Innov'Action Agroalimentaire. 68 p.**
- Wurms, K., Labbé, C., Benhamou, N., & Bélanger, R.R. 1999. Effects of Milsana and Benzothiadiazole on the ultrastructure of powdery mildew haustoria. *Phytopathology* 89:728-736.

ANNEXE 1 : LISTE ET DESCRIPTION DES PRINCIPAUX COURS DU BACCALAURÉAT EN AGRONOMIE EN LIEN AVEC LA PHYTOPROTECTION

AGN-3100 Pratiques professionnelles en agronomie	26
AGN-3101 Gestion agroenvironnementale des entreprises agricoles	27
BIO-2901 Phytopathologie	29
ETH-4903 Enjeux éthique de l'agroalimentaire contemporain	30
GAE-3000 Design de machines agricoles.....	31
PLG-1001 Productions végétales durables	32
PLG-1102 Entomologie agricole	33
PLG-2300 Agriculture écologique	34
PLG-2303 Production biologique des cultures en champ	35
PLG-3202 Céréales et Maïs	36
PLG-3205 Plantes nuisibles	37
PLG-3207 Culture en serre	38
PLG-3900 Principes de lutte intégrés	39
SLS 3302 Pesticides et environnement	40

AGN-3100 PRATIQUES PROFESSIONNELLES EN AGRONOMIE (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Marie-Ève Brassard, agr., Ph.D., chargée d'enseignement

Introduction

Ce cours porte sur la pratique professionnelle, particulièrement sur la pratique agronomique et ce, dans ses dimensions pratiques, éthiques et théoriques. Il vise à appréhender et comprendre les principes qui régissent la profession d'agronome en fonction du code de déontologie des agronomes du Québec. En outre, il est question des exigences propres à la pratique professionnelle en contexte organisationnel et des enjeux liés à la pratique agronomique contemporaine.

But et objectifs du cours

Le cours *Pratique professionnelle en agronomie* a pour objectif général de vous introduire aux réalités et exigences liées au monde du travail en général et aux règles à suivre lors de la pratique agronomique au quotidien.

Au terme de ce cours, l'étudiant devrait :

- avoir développé des connaissances permettant de comprendre et d'analyser les règles, les actions et les responsabilités reliées à la pratique agronomique en lien avec le Memento de l'agronome du Québec;
- avoir développé sa réflexion critique au regard des compétences et habiletés relatives à la pratique agronomique dans le monde agricole d'aujourd'hui;
- avoir une vue d'ensemble de la complexité des champs d'intervention en agronomie et ainsi être capable de vous situer dans son champ de compétence comme acteur d'un système d'informations et de connaissances;
- être capable d'analyser des organisations caractérisant le milieu de travail en agriculture et agroalimentaire;
- avoir développé ses compétences éthiques et déontologiques inhérentes à la pratique agronomique et de prendre conscience des enjeux actuels touchant la pratique agronomique.

Éléments de contenu

Le contenu du cours est construit autour de thèmes choisis et développés à partir du Memento de l'agronome du Québec, de mises en situation, d'études de cas, de présentations d'invités et de textes théoriques de synthèse.

La matière se divise en sept modules correspondant aux thèmes abordés dans ce cours :

- Historique des services conseils et enjeux majeurs
- Les composantes d'un système professionnel
- La gestion des informations
- Les responsabilités professionnelles
- Les organisations et leurs composantes
- L'éthique et la pratique agronomique
- La déontologie et la pratique agronomique

**AGN-3101 GESTION AGROENVIRONNEMENTALE DES ENTREPRISES AGRICOLES
(3 CRÉDITS, 135 HEURES)**

Prof. Olivier Soucy, agr., Ph.D., chargé d'enseignement

Introduction

La mise en place du Règlement sur les exploitations agricoles (REA) et des Plans agroenvironnementaux de fertilisation (PAEF) fait suite à un constat par le Ministère de l'environnement qui remettait en cause la durabilité des façons de faire et de produire de l'agriculture québécoise. Le règlement vient placer un cadre juridique qui se traduit par certaines balises bien précises mais beaucoup de responsabilités sont confiées directement aux agronomes. Les agronomes sont donc de plus en plus interpellés en tant que professionnels. Les étudiants doivent arriver sur le marché du travail avec au minimum une amorce de réflexion à ce sujet. De plus, il sera exigé des futurs agronomes d'être, dès leur arrivée sur le marché du travail, capable d'intégrer des connaissances qui jusqu'à maintenant semblaient plus ou moins liées, dans le cadre de leur formation.

Buts et objectifs du cours

L'étudiante ou l'étudiant, futur agronome, sera en mesure d'intégrer et d'appliquer différentes notions d'agronomie afin de minimiser les impacts négatifs pour l'environnement des activités réalisées sur les entreprises agricoles. Il ou elle sera en mesure d'apporter des éléments de solution aux problèmes rencontrés.

À la fin du cours, l'étudiant ou l'étudiante devra être en mesure de :

- Connaître et appliquer les différentes réglementations environnementales applicables aux entreprises agricoles du Québec;
- Intégrer et appliquer les connaissances acquises dans les autres cours du baccalauréat en agronomie dans un contexte agroenvironnemental;
- Connaître les différents intervenants qui oeuvrent en agroenvironnement et exercer son esprit critique sur les différents discours véhiculés;
- Conseiller les producteurs de façon à ce qu'ils soient en mesure de respecter, sur leurs entreprises agricoles, les lois et règlements concernant l'environnement au Québec;
- Conseiller les producteurs de façon à minimiser leurs impacts négatifs sur l'environnement tout en assurant une productivité optimale des cultures;
- Réaliser un Plan agroenvironnemental de fertilisation en respectant les différentes réglementations, en utilisant les valeurs de références les plus représentatives et en appliquant les règles de l'art mises de l'avant par l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ)

Contenu

Présentation du Syllabus – Mise en contexte

REA

RPEP – PPRLPI – Directives sur les odeurs – Caractérisation

Gestion de l'azote

Système culturaux novateurs

La compaction et la machinerie d'épandage

Phosphore

Fertilisation

Loi sur les pesticides

Agronomes et pesticides

Réglementation environnementale en Bretagne/Recherche sur les effluents d'élevage

Structure de financement des services conseils en agroenvironnement

Laboratoires :

- Initiation à SigeChamps et Info-Sols – Saisie de données
- Plan de cultures et rotation
- Caractérisation des engrais organiques et registre d'épandage
- Fertilisation et chaulage
- Rapports – Diagnostic et démarche agroenvironnementale
- Remise PAEF final

BIO-2901 PHYTOPATHOLOGIE (3 CRÉDITS : 135 HEURES)

Prof. Richard Bélanger, Ph.D. et Prof. Daniel Dostaler Ph.D.

Buts et objectifs du cours

Ce cours introduit les différents problèmes de maladies végétales susceptibles d'être rencontrées dans les cultures et les méthodes reliées à la lutte contre ces maladies

- donne un aperçu général des concepts de base en pathologie végétale
- familiarise l'étudiant avec l'importance des maladies dans le domaine agro-alimentaire et avec les choix de moyens de lutte contre ces maladies
- sensibilise l'étudiant à comprendre de façon critique les interventions concernant les principales maladies rencontrées dans les cultures du Québec

Objectifs spécifiques

- Reconnaître l'importance économique des maladies en agriculture
- Connaître les grands groupes d'agents pathogènes responsables des maladies
- Connaître les plus importantes maladies des végétaux au Québec et dans le monde
- Différencier ces agents pathogènes sur la base de leur morphologie et de leur étiologie
- Connaître les plus importantes méthodes appliquées à la lutte contre ces agents pathogènes
- Comprendre le cycle de développement d'une maladie
- Distinguer les maladies monocycliques et polycycliques
- Comprendre l'impact des facteurs environnementaux sur le développement des maladies
- Intégrer les postulats de Koch au diagnostic d'une maladie
- Comprendre les principes de la lutte génétique
- Établir un parallèle entre le mode d'action d'un agent pathogène et les mécanismes de défense de la plante
- Apprécier l'efficacité relative des moyens de lutte disponibles contre les agents pathogènes
- Apprécier la lutte intégrée
- Porter un jugement critique sur la validité d'un programme d'intervention contre une maladie
- Évaluer la faisabilité de développement de moyens de lutte dits biologiques

Éléments de contenu

- Principales maladies abiotiques (pluies acides) et biotiques: symptomatologie, étiologie, pathogénèse, épidémiologie.
- Principaux agents pathogènes : champignons, bactéries, virus, viroïdes et nématodes.
- Physiologie des interactions plante-pathogène.
- Principales méthodes de lutte : chimique, génétique et biologique.
- Nouveaux développements en recherche.

ETH-4903 ENJEUX ÉTHIQUE DE L'AGROALIMENTAIRE CONTEMPORAIN (3 CRÉDITS : 135 HEURES)

Prof. Lyne Létourneau, Ph.D.

Introduction

Le cours met en lumière les dimensions éthiques que soulèvent de nos jours l'agriculture et l'alimentation. Il met particulièrement l'accent sur un nombre d'aspects ayant trait à la production, à la transformation et à l'exploitation des produits agricoles destinés à l'alimentation humaine, notamment l'innocuité des aliments, la modification génétique des animaux et des plantes, l'insécurité alimentaire et la lutte contre l'obésité. Tout en permettant à l'étudiant d'acquérir une meilleure compréhension de la composante éthique des enjeux de société posés par l'agriculture et l'alimentation, le cours contribue également à renforcer les habiletés réflexives dans l'articulation d'une position individuelle éclairée.

Buts et objectifs du cours

Le cours vise à développer chez l'étudiant(e) une meilleure compréhension des questions éthiques qui touchent à l'agriculture et à l'alimentation, à rendre l'étudiant(e) apte à participer d'une manière plus éclairée aux débats sur ces questions.

Au terme du cours, l'étudiant(e) devrait être capable :

- de reconnaître les courants de pensée qui sous-tendent la diversité des points de vue exprimés en éthique de l'agriculture et de l'alimentation;
- d'analyser les débats sur les questions éthiques qui touchent à l'agriculture et à l'alimentation, ce qui inclut d'en faire ressortir les lieux de désaccords (c'est-à-dire ce par rapport à quoi on ne s'entend pas) et de poser un diagnostic sur les motifs de la mésentente.

Éléments de contenu

- Traitement des animaux d'élevage
- Impact environnemental de l'agriculture industrielle
- Innocuité des aliments
- Prise de décision éthique
- Biotechnologies végétales
- Intégrité génétique des animaux
- Santé publique et obésité
- Sécurité alimentaire
- Alimentation et culture

GAE-3000 DESIGN DE MACHINES AGRICOLES (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Mohamed Khelifi, ing., Ph.D.

Introduction

Il s'agit d'un cours de conception en ingénierie qui permet aux futurs ingénieurs d'utiliser les connaissances acquises dans les cours précédents et d'évaluer leur capacité à s'organiser pour en réaliser des systèmes cohérents à l'intérieur de limites bien définies. Ce cours permet aux futurs ingénieurs d'acquérir une approche scientifique dans la résolution de problèmes d'ingénierie, de maîtriser le processus de conception d'équipement et de procédés, de développer leurs aptitudes de créativité, d'accroître leurs aptitudes aux communications orale et écrite et de s'initier au travail d'équipe.

Buts et objectifs du cours

- Comprendre les processus de conception et de développement de machines et d'équipements permettant de rencontrer les objectifs des diverses opérations agricoles sur le sol et les produits agricoles;
- Initier l'étudiant à la détermination des coûts d'utilisation et à la sélection technico-économique des machines agricoles.

Objectifs spécifiques

À la fin de ce cours, l'étudiant devrait être en mesure:

- d'utiliser une procédure adéquate de design pour la conception et la fabrication de machines ou de composantes de machines agricoles;
- d'analyser les diverses interactions entre les machines agricoles et les milieux vivants (sols, produits agricoles) affectés par leur opération;
- de choisir les matériaux appropriés pour la fabrication des diverses composantes des machines agricoles;
- de dimensionner les éléments structuraux de ces machines en tenant compte de leurs chargements statique et dynamique;
- de choisir les modes d'assemblage entre les composantes d'une machine;
- de choisir les modes de transmission de la puissance appropriés;
- d'analyser le fonctionnement des mécanismes utilisés sur les machines agricoles et,
- de procéder à la sélection des machines requises pour compléter une opération agricole mécanisée donnée.

PLG-1001 PRODUCTIONS VÉGÉTALES DURABLES (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof Gilles D. Leroux, agronome, Ph.D., Prof. Guillaume Grégoire, agr., Ph.D., Prof. Daniel Dostaler, Ph.D.

Introduction

Ce cours présente, d'une part, des synthèses des principaux systèmes classiques et systèmes durables de productions végétales, à savoir les céréales, les plantes fourragères, l'horticulture, les cultures en serre, voire l'agroforesterie tempérée et l'agriculture biologique. D'autre part, aux fins de l'intégration des connaissances, quelques intervenants aborderont la domestication des plantes agricoles, l'agriculture de santé publique, la santé des sols, les biens et services écologiques des milieux naturels, la protection intégrée des cultures et les cultures à finalité énergétique. Des visites professionnelles hors campus sont aussi prévues en sols et productions végétales.

But et objectifs du cours

Ce cours a pour objectif de contribuer à faire connaître le milieu québécois de la production agricole, sa diversité biologique et écologique, et la profession agronomique.

Au terme de ce cours l'étudiant devrait :

- mieux connaître quelques systèmes de production végétale de l'agriculture du Québec
- situer la plante au cœur des systèmes (et des cycles) de production végétale
- par une vision plus globale, mieux intégrer les caractéristiques agronomiques des productions végétales et leurs indissociables dimensions durables : sociale, économique et environnementale (préoccupations environnementales)
- avoir acquis des compétences en recherche et analyse documentaires, ainsi que des compétences en communication écrite (comptes rendus sommaires de visites professionnelles de fermes, institutions ou entreprises)
- être plus motivé à intégrer des notions de production durable dans sa formation agronomique, le tout dans une perspective d'intensification des systèmes de production végétale durable.

Éléments de contenu

Introduction aux concepts et techniques de production végétale durable. Notions de domestication des plantes aux fins d'agriculture, productions céréalières, fourragères et maraîchères. Régie durable des cultures : fertilisation et lutte biologique, symbioses, agroforesterie tempérée et cultures tropicales. Le cours est offert sous forme de modules présentés par des spécialistes du secteur. Visites d'entreprises agricoles.

PLG-1102 ENTOMOLOGIE AGRICOLE (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Valérie Fournier, Ph.D.

Introduction

Les cours magistraux portent sur la biologie et l'écologie des insectes, les relations plantes-insectes, les insectes nuisibles en agriculture et les moyens de lutte. Les travaux pratiques portent sur (i) les critères d'identification des ordres d'insectes (taxonomie), (ii) l'observation de spécimens parmi les insectes ravageurs et ennemis naturels retrouvés dans les cultures du Québec, (iii) l'initiation aux techniques de terrain (échantillonnage et dépistage), et iv) la réalisation d'une collection d'insectes.

Buts et objectifs du cours

À la fin de ce cours, l'étudiant(e) devra être en mesure de:

- Comprendre les concepts de base appliqués à la biologie des insectes (anatomie, morphologie, physiologie, évolution, diversité, cycle de vie et développement, reproduction, écologie comportementale, histoire naturelle, herbivore, prédation, parasitisme, parasitoïdisme, pollinisation, insectes sociaux) et leurs implications en agriculture (apiculture, ravageurs des cultures, dépistage des ravageurs, lutte chimique, lutte biologique).
- Nommer et identifier les principaux ordres et familles d'insectes et arthropodes apparentés.
- Identifier les insectes ravageurs et les ennemis naturels les plus importants des cultures du Québec/Canada, connaître leur biologie, les dommages causés et moyens de contrôle.
- Utiliser une clé d'identification taxonomique des insectes.
- Apprécier l'importance de la recherche en entomologie agricole et forestière.
- Connaître les principales ressources professionnelles en entomologie au Québec.

Éléments de contenu

Biologie générale et écologie des insectes et arthropodes apparentés. Éléments de systématique. Étude des principaux insectes nuisibles en agriculture : leur biologie et méthodes d'intervention. Travaux pratiques portant sur les critères d'identification des principaux ordres d'insectes. Observations d'insectes ravageurs et d'ennemis naturels. Excursions et montage d'une collection.

PLG-2300 AGRICULTURE ÉCOLOGIQUE (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Caroline Halde, Ph.D.

Introduction

Ce cours est destiné aux conseillers agricoles qui désirent acquérir des notions de base en agriculture biologique afin de développer une vision globale de cette approche de la production agricole.

L'ensemble des modules permet de faire un tour d'horizon complet des différents aspects de ce secteur, que ce soit sur le plan technique, social ou économique. Ce cours présente donc une mise en contexte historique de l'agriculture biologique: sa définition, ses fondements, ses objectifs, sa structure actuelle et sa pertinence comme stratégie de progression vers la durabilité agricole. Les réalités inhérentes à la transition sont également abordées.

Buts et objectifs du cours

Le cours est conçu de manière à mener l'étudiant :

- à la connaissance des raisons de l'émergence des courants d'agriculture écologique et à la compréhension de l'état de la situation actuelle
- à la maîtrise des bases scientifiques des pratiques agricoles écologiques
- à l'acquisition d'une vision systémique du secteur biologique au Québec
- au développement de l'esprit critique face aux divers types d'agriculture écologique
- à l'établissement d'un réseau de contacts à l'intérieur et à l'extérieur de la Faculté
- à la connaissance des ressources disponibles pour assurer sa propre formation continue dans le domaine.

Éléments de contenu

Les différentes sections du cours traitent des étapes de la conversion, de la certification, des marchés, ainsi que des principes de base de l'aménagement de l'agroécosystème et des techniques de culture en champ et d'élevage biologique. On y décrit les conditions requises, comme producteur et comme conseiller, pour effectuer et faciliter la transition vers l'agriculture biologique.

- Introduction
- La terminologie
- L'histoire et les courants de pensée
- La filière de l'agriculture biologique
- La certification biologique
- La transition biologique
- La production biologique
- Le marché des produits biologiques
- Les impacts de l'agriculture biologique

PLG-2303 PRODUCTION BIOLOGIQUE DES CULTURES EN CHAMP (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof, Olivier Soucy, agr., Ph.D., chargé d'enseignement

Introduction

Ce cours présente les principes et les pratiques liés à la production et à la gestion des cultures en champ dans un contexte d'agriculture biologique. Les modules amènent l'étudiant à connaître les règles générales et particulières associées aux normes de la production biologique de divers types de végétaux tels que les plantes fourragères, les plantes oléagineuses, les céréales et les cultures sarclées (pomme de terre, soya et maïs). On passe en revue l'ensemble des étapes de production, de l'établissement des cultures jusqu'à la commercialisation, en passant par la récolte et l'entreposage. On aborde aussi les aspects de la régie au champ concernant la gestion de la fertilité des sols, des insectes, des maladies et des plantes adventices. Plus précisément, le cours passe en revue les techniques adéquates de travail du sol, le plan de fertilisation, l'établissement des engrais verts, la planification de la rotation des cultures, les stratégies de désherbage non chimique, ainsi que les moyens nécessaires à l'atteinte d'un agroécosystème sain et équilibré.

Buts et objectifs du cours

Le but de ce cours est de se familiariser avec l'agriculture biologique, et plus particulièrement les technicités agronomiques de la production végétale sous régie biologique.

Au terme de ce cours, l'étudiant ou l'étudiante sera en mesure :

- Expliquer le dynamisme de l'écosystème du sol et comprendre comment il influence les cultures
- Expliquer les techniques d'amélioration des qualités du sol
- Intégrer les principes de fertilisation aux systèmes en production biologiques
- Décrire les régies en mode biologique des cultures fourragères, sarclées et céréalières

PLG-3202 CÉRÉALES ET MAÏS (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Anne Vanasse, agr., Ph.D.

Buts du cours

Le cours vise à faire connaître les cultures céréalières sur le plan :

- de leur importance économique et alimentaire;
- de la taxonomie, morphologie, physiologie et génétique;
- de la régie de production en respect de l'environnement;
- des moyens de lutte intégrée contre les mauvaises herbes, maladies et insectes;
- de la récolte et de la conservation des grains;
- des modes de commercialisation selon divers marchés et de l'aspect économique de la production des céréales et du maïs.

Objectifs du cours

Savoir reconnaître les principales espèces céréalières à différents stades de développement;
Comprendre et intégrer les facteurs clés de la production des céréales et du maïs (du semis à la récolte) en vue de l'obtention d'une récolte qui répond aux besoins du marché et ce, dans le respect de l'environnement.

Éléments de contenu

Module 1: Production et utilisation des céréales et du maïs

Module 2: Taxonomie, morphologie et physiologie des céréales

Module 3: Génétique, production de semences et OGM

Module 4: Rotations, gestion, travail du sol, semis et fertilisation Études de cas

Module 5: Moyens de lutte intégrée contre les mauvaises herbes, maladies et insectes dans les céréales et le maïs

Module 6: Récolte et conservation des grains

Module 7: Aspects économiques de la production des céréales et du maïs

Conférencier invité

PLG-3205 PLANTES NUISIBLES (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Gilles Leroux, agr., Ph.D.

Introduction

Le cours vise à familiariser l'étudiant (e) avec le problème des mauvaises herbes dans les cultures agronomiques. L'étudiant(e) améliorera ses connaissances sur la biologie, l'écologie, la physiologie et les phénomènes de compétition et d'allélopathie des mauvaises herbes et sur les méthodes de lutte.

Buts et objectifs du cours

Se familiariser avec les mauvaises herbes et leur influence sur l'agriculture et les activités humaines. Apprendre la biologie, l'écologie et la physiologie des mauvaises herbes. Connaître les méthodes de désherbage. Se familiariser avec les herbicides et leurs utilisations. Comprendre le comportement d'un herbicide dans la plante et dans le sol.

À la fin du laboratoire du cours, l'étudiant(e) sera capable de :

- Pouvoir identifier les principales mauvaises herbes aux stades de plantules et plantes en fleur ou fruit.
- Se familiariser avec les différentes étapes de la constitution d'un herbier de mauvaises herbes: récolte, pressage, séchage et identification (25 espèces).
- Faire l'identification de deux espèces de mauvaises herbes inconnues à partir de la semence et la germination subséquente.
- Apprendre à calculer la quantité d'herbicides pour appliquer la dose recommandée

Éléments de contenu

Première partie : biologie, écologie et physiologie des mauvaises herbes. Notions d'interférence, de compétition et d'allélopathie.

Deuxième partie : principes de lutte contre les mauvaises herbes : lutttes culturale, biologique et chimique. Laboratoire : identification des plantes nuisibles aux cultures; expérimentation en serre.

PLG-3207 CULTURE EN SERRE (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Martine Dorais, Ph.D.

Introduction

Le cours traite de l'environnement de la serre, des équipements de production et des systèmes culturaux. La culture en serre implique la maîtrise de plusieurs concepts reliés à la physiologie des plantes. L'intégration de ces connaissances combinée aux contrôles des conditions climatiques en serre permet une meilleure gestion des cultures.

Buts et objectifs du cours

Le but visé par ce cours est de permettre à l'étudiant ou à l'étudiante de s'initier aux grands principes de la culture en serre, et ce tant au niveau des équipements, de la régulation de l'environnement que de la gestion des principales cultures.

Ce cours poursuit quinze grands objectifs, soit de faire en sorte que l'étudiant ou l'étudiante, à la fin du cours, puisse :

- décrire l'évolution de la serriculture au Canada, Québec et dans le monde et expliquer les raisons de son expansion ;
- nommer les principaux pays producteurs, décrire les principales productions ainsi que les caractéristiques générales des serres à travers le monde ;
- décrire les avantages et défis de la serriculture par rapport aux cultures horticoles en champ ;
- expliquer les principales étapes de la construction d'un complexe de serres ;
- identifier les recouvrements de serre les plus performants ;
- déterminer la capacité et les composantes des systèmes de chauffage et de ventilation des serres ;
- préciser le rôle et les composantes de l'éclairage artificiel et de l'enrichissement carboné ;
- expliquer les différentes méthodes de contrôle de l'humidité dans les serres ;
- décrire les différents moyens de contrôle des paramètres climatiques et expliquer le rôle des systèmes-experts en serre ;
- connaître les principes de l'agriculture biologique et les différents systèmes de culture ;
- expliquer l'importance des mesures phytosanitaires et connaître les principaux moyens de contrôle des ravageurs ;
- décrire les avantages et désavantages des milieux de culture en serre ainsi que les différentes méthodes d'irrigation;
- décrire les principes de la fertilisation en culture hydroponique et sous régie biologique ;
- décrire les principes de régie des cultures maraîchères (tomate, poivron, concombre, laitue, verduettes), transplants, fraises et autres cultures ;
- décrire les principes de régie des cultures ornementales

PLG-3900 PRINCIPES DE LUTTE INTÉGRÉS (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Valérie Fournier, Ph. D., Prof. Gilles Leroux, agr., Ph.D., Prof. Russel Tweddell, Ph.D.

Introduction

Théorie et principes de la lutte intégrée aux maladies et aux arthropodes ravageurs des plantes. Intégration des approches chimiques, culturales et biologiques. Utilisation et attributs biologiques des ennemis naturels aux agents pathogènes et aux arthropodes nuisibles. Problématique québécoise.

Buts et objectifs du cours:

Sensibiliser l'étudiant à la problématique actuelle de la phytoprotection

Donner un aperçu général des principes théoriques en lutte intégrée

Connaître les avantages et inconvénients des divers moyens de lutte intégrée

Connaître le potentiel et les limites de la lutte intégrée

À la fin de ce cours, l'étudiant devra être en mesure de:

Porter un jugement critique sur la situation actuelle en phytoprotection

Connaître les fondements biologiques de la lutte intégrée

Identifier les multiples composantes de la lutte intégrée

Évaluer les possibilités et les contraintes associées aux différentes méthodes de la lutte intégrée

Établir un parallèle entre la lutte aux mauvaises herbes, aux maladies et aux arthropodes ravageurs

Établir un parallèle entre le mode d'action d'un agent pathogène ou d'un ravageur et les mécanismes de défense de la plante

Connaître les mécanismes de résistance contre les pesticides (insecticides, fongicides et herbicides)

Énumérer les avantages et les inconvénients propres à chacun des types de méthodes de lutte intégrée

Connaître les principaux groupes de mauvaises herbes, maladies, arthropodes ravageurs des cultures du Québec

Proposer et structurer une stratégie de lutte contre un problème spécifique

Connaître les nouvelles avenues en phytoprotection

Contenu du cours

Ce cours est divisé en trois grands ensembles: l'entomologie, la phytopathologie et la malherbologie. Dans un souci d'intégration des connaissances, le plan de cours est, dans la mesure du possible, essentiellement le même pour chacun des trois volets.

SLS 3302 PESTICIDES ET ENVIRONNEMENT (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Josée Fortin, agr., Ph.D.

Introduction

Les pesticides sont considérés comme un outil en agriculture. Ils sont parfois nécessaires, mais pas toujours. Les dangers associés à leur utilisation autant pour les producteurs, la population ainsi que l'environnement sont bien présents. Une bonne connaissance de ces produits est donc primordiale. Ce cours permet d'acquérir les connaissances essentielles à une utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides

But et objectifs du cours

Le cours vise à rendre capable de diagnostiquer un problème au champ et à formuler des recommandations ponctuelles en conformité avec la Grille de référence en phytoprotection de l'OAQ.

C'est l'occasion pour le futur agronome :

- d'étudier les différents aspects reliés à l'utilisation des pesticides en milieu agricole;
- de comprendre le comportement des pesticides dans l'environnement selon nos connaissances actuelles;
- de développer une connaissance des sources d'information disponibles sur les pesticides.

Éléments de contenu

- Principes de contrôle des organismes nuisibles
(les principaux organismes nuisibles, les étapes menant à un diagnostic d'un problème au champ, les principes de la lutte intégrée, la stratégie d'intervention, la grille de référence en phytoprotection de l'OAQ et le plan de phytoprotection)
- Généralités sur les pesticides
(Définitions, nomenclature, sélectivité, types de pesticides, l'industrie des pesticides, les limites de nos connaissances, les sources d'informations sur les pesticides)
- La réglementation sur les pesticides
(Règlementation fédérale : homologation, étiquette; Règlementation provinciale : Loi sur les pesticides, Code de gestion des pesticides, La réglementation municipale; Les obligations professionnelles et les actes agronomiques)
- Chimie des pesticides et environnement
(Nature ionique des pesticides, polarité, solubilité, rétention, demi-vie, persistance, transformation et dégradation, facteurs influençant les processus)
- Les herbicides
(Notions d'identification des mauvaises herbes, absorption par les feuilles et les racines, mobilité dans les plantes, mécanismes d'action (groupes), sélectivité, biotechnologie et contrôle des mauvaises herbes, résistance aux herbicides, efficacité et facteurs)
- Les insecticides
(entrée par contact, ingestion et voies respiratoires, types d'insectes, mécanismes d'action (groupes), sélectivité, résistance, biotechnologie et contrôle des insectes)

- Les fongicides
(Types de fongicides et moment d'application, mécanismes d'action (groupes), résistance aux fongicides)
- Les préparations commerciales
(Définition, composition, types, choix, adjuvants ou additifs, qualité de l'eau utilisée, mélanges de pesticides et compatibilité)
- L'application des pesticides
(la pulvérisation : principe, description et étalonnage de l'équipement, nettoyage et entretien, dérive; l'application granulaire; la fumigation)
- Les pesticides dans l'environnement
(Zones sensibles et réglementation, compartimentation dans l'environnement, persistance, état de la situation : eau de surface, eaux souterraines, air, facteurs affectant la persistance et la mobilité, analyse des pesticides)
- Le risque des pesticides pour l'homme
(Notion de risque, exposition, toxicité, évaluation des risques, préparatifs en cas d'urgence, intoxication aux pesticides)
- Les règles de sécurité
(L'équipement de protection individuelle, manipulation des pesticides et sécurité, entreposage sécuritaire des pesticides, mesures d'urgence, élimination des surplus et des contenants vides)
- Les effets des pesticides sur les organismes vivants
(Bioaccumulation, bioamplification, effets sur les microorganismes, les insectes bénéfiques, les vers de terre, les amphibiens et autres organismes terrestres et aquatiques)

Ce cours est reconnu par le Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC) comme équivalence de formation pour l'obtention de certains certificats en vertu de la Loi sur les pesticides.

ANNEXE 2 : LISTE DES COURS DE FORMATION À DISTANCE DISPONIBLES AUX PRODUCTEURS ET À LEUR MAIN-D'ŒUVRE

BIO-1905 Notions de base en phytoprotection	44
BIO-2903 Moyens de lutte contre les ennemis des plantes.....	46
ENV-2900 Compostage et utilisation du compost en agriculture biologique	47
PLG-1000 Introduction à l'agriculture biologique.....	48
PLG-2303 Production biologique des cultures en champ	49
SLS-2000 Gestion rationnelle des produits antiparasitaires	50

BIO-1905 NOTIONS DE BASE EN PHYTOPROTECTION (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Daniel Dostaler, Ph.D., Prof. Valérie Fournier, Ph.D., Prof. Gilles Leroux, agr. Ph.D.

Introduction

Ce cours fait partie du programme de «Certificat en horticulture et gestion d'espaces verts». Il est un cours approfondi de premier cycle universitaire qui traite en trois modules distincts des notions de base de la phytopathologie, de l'entomologie et de la malherbologie.

L'identification des agents pathogènes et ravageurs des plantes d'espaces verts et le diagnostic des maladies et ravageurs sont les préalables à la mise en œuvre des interventions phytosanitaires. Tous les professionnels et intervenants qui œuvrent en horticulture, en pépinières ou en aménagement, doivent maîtriser les notions de morphologie, de physiologie et d'écologie des agents pathogènes, insectes et mauvaises herbes pour être en mesure de juger des forces et les limites des moyens de lutte phytosanitaire aux ennemis des cultures.

Buts et objectifs du cours

Module Phytopathologie

Objectifs généraux.

- l'initiation (aux) et l'approfondissement des notions de base associées surtout aux maladies biotiques ou parasitaires des plantes des cultures d'espaces verts;
- l'étude descriptive des agents et des causes de maladies chez les plantes.

Objectifs spécifiques.

- les notions de symptomatologie et de diagnostic;
- les principes de l'épidémiologie: dynamique des maladies en populations de plantes et d'agents pathogènes;
- les cycles évolutifs, parasitaires ou épidémiques de quelques maladies types;
- le vocabulaire de base utile à l'étude des maladies des plantes.

Module Entomologie

Objectifs généraux.

- apprécier la diversité des insectes et leurs rôles dans les écosystèmes;
- comprendre la physiologie générale des insectes;
- maîtriser quelques principes d'écologie chez les insectes;
- reconnaître les principaux ordres d'insectes et leurs caractéristiques;
- étudier le développement des insectes et comprendre leur évolution;
- reconnaître ou distinguer les principaux insectes nuisibles et utiles associés aux cultures et espaces verts.

Objectifs spécifiques

- distinguer les insectes des autres arthropodes;
- situer la position taxonomique des insectes dans le monde vivant;
- estimer l'impact ou le rôle des insectes dans les écosystèmes;

- identifier et décrire les structures internes et externes des insectes;
- décrire le développement, la croissance et la reproduction des insectes;
- distinguer les modes d'alimentation des insectes;
- résumer les comportements sociaux, les moyens de défense, la communication et l'orientation chez les insectes;
- identifier les principaux ordres d'insectes par leurs caractéristiques distinctives.

Module Malherbologie

Objectifs généraux.

- reconnaître ce qu'est une mauvaise herbe;
- connaître l'influence des mauvaises herbes en agriculture, en horticulture et sur les activités humaines;
- comprendre la biologie, l'écologie et la physiologie des mauvaises herbes;
- connaître les modes de propagation des mauvaises herbes.

Objectifs spécifiques

- présenter les caractéristiques d'une mauvaise herbe;
- distinguer les graminées, les mauvaises herbes à «feuilles larges», les annuelles et les vivaces;
- évaluer l'importance des mauvaises herbes dans les écosystèmes;
- expliquer le développement, la croissance et la reproduction des mauvaises herbes;
- décrire les différents modes de reproduction des mauvaises herbes;
- caractériser les modes d'interférence des mauvaises herbes;
- expliquer la compétition entre les plantes;
- identifier quelques mauvaises herbes communes du Québec.

BIO-2903 MOYENS DE LUTTE CONTRE LES ENNEMIS DES PLANTES (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Daniel Dostaler, Ph.D.

Introduction

Il fait partie du programme de « Certificat en horticulture et gestion d'espaces verts ». Il est un cours approfondi de premier cycle universitaire qui traite en trois sections distinctes des moyens de lutte de l'entomologie (arthropodes), de la malherbologie (plantes nuisibles) et de la phytopathologie (maladies et micro-organismes surtout). La recherche de moyens d'intervention phytosanitaire contre les ennemis des plantes nécessite l'intégration d'approches traditionnelles ou novatrices. Les professionnels et intervenants qui oeuvrent en horticulture, en pépinières ou en aménagement, doivent maîtriser les forces et les limites des moyens de lutte phytosanitaire aux ennemis des cultures.

Buts et objectifs du cours

Ce cours conduira l'étudiant à la compréhension des principes de la lutte phytosanitaire et contribuera au développement de l'esprit critique de l'étudiant en matière de moyens de lutte en horticulture et en gestion d'espaces verts.

Dans les sections successives Entomologie (1), Malherbologie (2) et Phytopathologie (3), ce cours traite :

- de la dynamique des populations des ravageurs ou des organismes nuisibles, des seuils biologique et économique de nuisibilité, des avertissements phytosanitaires ...
- des principes, avantages et contraintes des moyens de lutte phytosanitaire :
- réglementation et législations, moyens cultureux, résistance génétique variétale, lutte chimique et lutte biologique.

ENV-2900 COMPOSTAGE ET UTILISATION DU COMPOST EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Introduction

Ce cours universitaire porte sur le compostage et le compost en agriculture biologique. Il s'inscrit dans le microprogramme en agriculture biologique. Il aborde la théorie et les principes du compostage, et les aspects de l'utilisation des composts en agriculture. Il se veut une aide afin de bien encadrer la mise en oeuvre d'une opération de compostage en agriculture biologique. Il s'adresse à toutes personnes désirant parfaire leur compréhension de la théorie et de la pratique du compostage.

Buts et objectifs du cours

Le but de ce cours est de se familiariser avec les principes du compostage, les qualités et les utilisations du compost. Il se veut un point de départ pour faciliter la réflexion et trouver des pistes de solution pour les problèmes rencontrés avant et pendant le compostage ou encore lors de l'usage d'un compost. Finalement, ce cours se veut une base pour parfaire vos connaissances et vous donner l'opportunité de pousser plus loin vos recherches personnelles sur les nombreuses facettes du compostage en agriculture biologique par l'usage des nombreux liens Internet.

Plus spécifiquement, au terme de ce cours, vous serez en mesure :

- de communiquer adéquatement sur les façons de faire du compostage et les utilisations du compost en agriculture biologique;
- d'agir comme agent de changement lorsque l'étudiante et l'étudiant posent des actions qui influencent positivement et concrètement la pratique du compostage et des utilisations du compost au sein de votre milieu et envers les professionnels avec qui vous interagissez;
- de réussir à trouver et combiner par vous-mêmes les ressources vous permettant de résoudre une problématique. La capacité d'identifier vos lacunes et de travailler à les améliorer spécifiquement dénote également l'autonomie.

PLG-1000 INTRODUCTION À L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Jean Collin, agr., Ph.D.

Introduction

Ce cours porte une attention spéciale à la transition vers ce mode de culture. Il vise à présenter et situer adéquatement l'agriculture biologique dans le contexte agricole québécois et mondial.

Le cours s'adresse aux intervenants du secteur agricole, en particulier aux conseillers, ainsi qu'aux personnes qui veulent mieux comprendre le phénomène de l'agriculture biologique. Ce premier cours sert d'introduction aux trois autres cours du Microprogramme en agriculture biologique.

Buts et objectifs du cours

Le but de ce cours est de se familiariser avec l'agriculture biologique, et plus particulièrement les aspects à considérer lors d'une transition vers l'agriculture biologique.

Au terme de ce cours, l'étudiant ou l'étudiante devrait être en mesure:

- d'expliquer ce qu'est réellement l'agriculture biologique;
- de discuter des principaux enjeux de l'agriculture biologique et de la philosophie à la base de ce mode de production agricole, de façon à mieux comprendre les motivations justifiant une transition vers l'agriculture biologique;
- d'analyser les aspects importants de la planification de la transition vers l'agriculture biologique, afin de mieux évaluer les impacts à court et long terme de la transition;
- de donner un avis éclairé sur la pertinence d'effectuer une transition vers l'agriculture biologique

PLG-2303 PRODUCTION BIOLOGIQUE DES CULTURES EN CHAMP (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Olivier soucy, Ph.D., chargé d'enseignement

Introduction

Ce cours à distance de trois crédits porte sur la production biologique des grandes cultures fourragères, céréaliers à paille, maïs et soya. Il vise à présenter et situer adéquatement les techniques de l'agriculture biologique dans le contexte agricole québécois et mondial.

Buts et objectifs du cours

Le but de ce cours est de se familiariser avec l'agriculture biologique, et plus particulièrement les technicités agronomiques de la production végétale sous régie biologique.

Au terme de ce cours, l'étudiant ou l'étudiante sera en mesure :

- Expliquer le dynamisme de l'écosystème du sol et comprendre comment il influence les cultures
- Expliquer les techniques d'amélioration des qualités du sol
- Intégrer les principes de fertilisation aux systèmes en production biologiques
- Décrire les régies en mode biologique des cultures fourragères, sarclées et céréaliers.

Éléments de contenu

Le premier chapitre présente l'écosystème du sol comme le fondement de la production végétale biologique. Il sera question de la composition du sol, du comportement de ses constituants biotiques et abiotiques, des techniques de travail pour l'amélioration des propriétés du sol et du compostage sur lesquels repose la régie des cultures biologiques. Le second chapitre présente les aspects relatifs à la santé et de la fertilité des sols, à l'élaboration d'un plan de fertilisation qui tient compte de la réglementation québécoise et de la conservation des ressources et enfin des modes d'utilisation des intrants permis en agriculture biologique. Le troisième chapitre traite de la régie des cultures fourragères utilisées en tant que cultures améliorantes pour les sols et qu'aliments pour les élevages biologiques. Les techniques d'implantation, de fertilisation, de paissance, de récolte, de conservation et de contrôle phytosanitaire y sont abordées. Le chapitre quatre aborde de façon plus détaillée les régies en mode biologique des cultures sarclées, le soya et le maïs, depuis l'implantation jusqu'à la mise en marché : les techniques de travail du sol, de fertilisation, de rotation des cultures, de contrôle phytosanitaire et de protection des cultures contre les OGM y sont présentées. Le chapitre cinq aborde les aspects de la régie en mode biologique des céréales à petits grains : la préparation du sol et les semis, la fertilisation, la rotation des cultures, la protection phytosanitaire des cultures, la récolte et l'entreposage et enfin la mise en marché.

SLS-2000 GESTION RATIONNELLE DES PRODUITS ANTIPARASITAIRES (3 CRÉDITS, 135 HEURES)

Prof. Josée Fortin, agr., Ph.D.

Introduction

Le cours permettra donc aux personnes travaillant dans le domaine de l'horticulture et de la gestion des espaces verts de connaître les différentes facettes reliées à l'utilisation des pesticides et de déterminer la nécessité ou non d'utiliser ces produits.

Objectifs généraux de cours

Le cours a pour objectifs généraux:

- de sensibiliser les étudiants à la nécessité d'utiliser les pesticides de façon rationnelle et sécuritaire;
- de rendre les étudiants aptes à comprendre les différents paramètres descriptifs reliés aux pesticides;
- de familiariser les étudiants avec la réglementation concernant les pesticides;
- d'initier les étudiants à la compréhension du comportement des pesticides dans l'environnement

Ce cours est reconnu par le Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC) comme équivalence de formation pour l'obtention de certains certificats en vertu de la Loi sur les pesticides.

Éléments de contenu

Chapitre 1: Principes de contrôle des organismes nuisibles

Chapitre 2: Généralités sur les pesticides

Chapitre 3: La réglementation sur les pesticides

Chapitre 4: Le risque des pesticides pour l'homme

Chapitre 5: Les règles de sécurité

Chapitre 6: Les préparations commerciales

Chapitre 7: L'application des pesticides

Chapitre 8: Les pesticides dans l'environnement

Chapitre 9: Les herbicides

Chapitre 10: Les insecticides et acaricides

Chapitre 11: Les fongicides

Glossaire de termes Les différents termes utilisés dans les notes de cours sont définis dans cette page.