



Survol des pratiques et des recherches sur la
FRAISE BIOLOGIQUE
d'ici et d'ailleurs



ASSOCIATION DES PRODUCTEURS
DE FRAISES ET FRAMBOISES
DU QUÉBEC



CETAB+
Centre d'expertise et de transfert en
agriculture biologique et de proximité

LE CÉGEP DE VICTORIAVILLE



CRAAQ
CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE
ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Programme de développement sectoriel, issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada.



Rédaction et coordination

Aurélie Munger, M.Sc., chargée de projets pour la veille et la vulgarisation, CRAAQ
Geneviève Legault, agronome, M.Sc., conseillère en agriculture biologique, MAPAQ
Jacques Painchaud, agronome, conseiller en horticulture et agriculture biologique, MAPAQ

Collaboration

Jean Duval, Ph.D., agronome, coordonnateur, CETAB+
François Gendreau-Martineau, agroéconomiste, CETAB+
Jennifer Crawford, agente de recherche et développement, APFFQ
Producteurs de l'APFFQ : David Lemire (président), Olivier Simard, Normand Olivier et Jean-Julien Plante.

Coordination, édition et mise en page par le CRAAQ

Lyne Desnoyers, agronome, chargée de projets
Lyne Lauzon, B.Sc., pigiste
Nathalie Nadeau, graphiste
Catherine Prévost, B.Sc.A., adjointe à la coordonnatrice aux projets

Photos de la page couverture

© Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (APFFQ)
© Dreamstimefree

Pour informations et commentaires

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec
Édifice Delta 1, 2875, boulevard Laurier, 9^e étage
Québec (Québec) G1V 2M2
Téléphone : 418 523-5411
Télécopieur : 418 644-5944
Courriel : client@craaq.qc.ca
Site Internet : www.craaq.qc.ca

© Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2018

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| <i>Avant-propos</i> | <i>ii</i> |
| <i>Le biologique et les normes canadiennes</i> | <i>1</i> |
| <i>Quelques statistiques sur le secteur</i> | <i>2</i> |
| <i>Europe</i> | <i>2</i> |
| <i>États-Unis</i> | <i>4</i> |
| <i>Équivalence des normes biologiques avec les États-Unis</i> | <i>6</i> |
| <i>Systèmes de culture</i> | <i>7</i> |
| <i>Culture sans abri</i> | <i>7</i> |
| <i>Culture sous abri</i> | <i>7</i> |
| <i>Principaux défis dans la production de fraises biologiques</i> | <i>8</i> |
| <i>Phytoprotection : la punaise terne</i> | <i>9</i> |
| <i>A. Techniques préventives</i> | <i>9</i> |
| <i>B. Méthodes culturales et lutte biologique</i> | <i>10</i> |
| <i>C. Biopesticides</i> | <i>12</i> |
| <i>Phytoprotection : la moisissure grise</i> | <i>13</i> |
| <i>A. Techniques préventives</i> | <i>13</i> |
| <i>B. Techniques culturales</i> | <i>13</i> |
| <i>C. Biopesticides</i> | <i>14</i> |
| <i>Phytoprotection : la lutte contre les maladies racinaires</i> | <i>15</i> |
| <i>Biofumigation du sol</i> | <i>15</i> |
| <i>Désinfection anaérobique du sol</i> | <i>17</i> |
| <i>Gestion des mauvaises herbes</i> | <i>17</i> |
| <i>A. Techniques préventives</i> | <i>17</i> |
| <i>B. Techniques culturales</i> | <i>18</i> |
| <i>C. Lutte non-chimique</i> | <i>19</i> |
| <i>Fertilisation et fertigation</i> | <i>20</i> |
| <i>Recherche et expertise sur la fraise biologique</i> | <i>22</i> |
| <i>Experts</i> | <i>23</i> |
| <i>Références bibliographiques</i> | <i>25</i> |

Avant-propos

L'Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (APFFQ) a mandaté le Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (CETAB+) et le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) pour la réalisation du projet « Portrait de la production biologique de fraises et de framboises au Québec et à l'international ». Le projet découle du besoin de l'APFFQ d'avoir une information plus précise sur les entreprises de son secteur produisant sous régie biologique. La réalisation du volet « Survol des pratiques et des recherches sur la fraise biologique d'ici et d'ailleurs » a été confiée au CRAAQ.

Ce document est destiné aux intervenants, aux entrepreneurs et aux organisations qui œuvrent dans le secteur des fraises biologiques au Québec. Les renseignements qu'il contient devraient permettre au lecteur de porter un regard critique sur le secteur, d'en comprendre les principaux enjeux et d'avoir une liste de références pour aller plus loin dans ses démarches. Sans prétendre être exhaustif, ce portrait comprend une revue des pratiques culturelles à l'international basée sur des statistiques, des fiches techniques provenant d'experts, des documents de vulgarisation et des recherches scientifiques. Dans cette revue, il incombe au lecteur de considérer que le contexte à l'international peut être différent de celui du Québec et qu'il sera souvent nécessaire d'approfondir le sujet avant d'utiliser l'information.

Le biologique et les normes canadiennes

L'appellation « biologique » est réglementée au Canada et stipule que tout produit vendu ou identifié comme « biologique » doit être certifié par un organisme de certification reconnu.

Les principes généraux énoncés dans les normes biologiques canadiennes définissent ainsi la production biologique : « La production biologique est un système de gestion holistique qui vise à maximiser la productivité et à favoriser la santé des diverses communautés de l'agroécosystème, notamment les organismes du sol, les végétaux, les animaux et les êtres humains. Le but premier de la production biologique est de développer des exploitations durables et respectueuses de l'environnement. »

La norme s'applique à décrire un cadre à la production et ne certifie pas que le produit est exempt de contamination par des substances interdites. En [production végétale](#), les normes présentent les lignes directrices sur la production et les pratiques autorisées, de même que les interventions à privilégier pour la gestion des ravageurs et maladies :

« La lutte contre les organismes nuisibles, les maladies et les mauvaises herbes doit être axée sur des pratiques de gestion biologique qui améliorent la santé des plantes et réduisent les pertes attribuables aux mauvaises herbes, aux maladies et aux organismes nuisibles. Ces pratiques comprennent les pratiques culturales (les rotations, l'établissement d'un écosystème équilibré et l'utilisation de variétés résistantes), les méthodes mécaniques (les mesures sanitaires, le travail du sol, les pièges, les paillis et le pâturage) et les méthodes physiques (le brûlage des mauvaises herbes, la chaleur contre les maladies) ([Réf. 5.6.1](#)). »

« Si les pratiques de gestion biologique ne suffisent pas à prévenir la présence ou à combattre les organismes nuisibles, les maladies ou les mauvaises herbes, il est possible d'appliquer des substances biologiques ou botaniques ou d'autres substances répertoriées au tableau 4.3 de la norme CAN/CGSB-32.311. Les conditions d'utilisation de ces substances doivent être décrites dans le plan de production biologique (voir l'article 4) ([Réf. 5.6.2](#)). »

Les [listes des substances permises](#) contiennent le nom de substances génériques qui sont permises comme amendements et nutrition végétale, auxiliaires et matières utilisées pour la production végétale, et expliquent l'origine et les conditions nécessaires pour l'utilisation de ces substances. Par exemple, la chaux peut être utilisée sous forme de carbonate de calcium ou de magnésium de source non synthétique. Il existe aussi une liste de substances permises comme nettoyants, désinfectants et assainissants. Les noms commerciaux des produits permis ne sont pas inclus dans la norme. Il est du devoir du détenteur du certificat de production biologique de faire valider auprès de son organisme de certification les intrants commerciaux qu'il veut utiliser. L'organisme de certification vérifiera si la formulation du produit commercial est

conforme aux [listes des substances permises](#). En ce qui concerne la culture en contenants, la norme est muette sur les petits fruits.

Certains agents de formulation ajoutés aux produits commerciaux sont interdits, ce qui empêche l'utilisation de ces produits. Dans le cas des engrais, les agents dépoussiérants à base d'huile minérale sont interdits. Pour ce qui est des produits de formulation des produits phytosanitaires, les produits non synthétiques sont permis, mais ils doivent être listés dans liste 4A ou 4B de l'ARLA ou dans la liste 3 de l'ARLA dans le cas des diffuseurs à phéromones.

Quelques statistiques sur le secteur

À l'international, en 2016, 9 196 hectares (ha) étaient cultivés en fraises biologiques (incluant les superficies en transition) (Tableau 1), soit une augmentation de 2,3 % par rapport à 2015 (Willer et Lernoud, 2018; FiBL statistics, 2018). En 2017, le Canada a, quant à lui, importé 33 millions \$ de fraises biologiques (Industrie Canada, 2018).

En 2016, 1,1 million ha étaient en production biologique, au Canada, toutes cultures confondues, une superficie qui correspond à 2,6 % des superficies cultivées au pays (Willer et Lernoud, 2018). Concernant la fraise spécifiquement, en 2015, la production québécoise se chiffrait à 111 612 tonnes, une augmentation de 23 % par rapport à l'année précédente. Des 524 producteurs de fraises qui occupaient 1 558 ha de culture, 45 étaient en régie biologique (Gouvernement du Québec, 2016; CARTV, 2017). Toujours en 2015, la consommation apparente annuelle de fraises fraîches par personne au Canada était de 3,07 kg, une valeur ayant accusé une diminution de 1,7 % comparativement à 2014 (Gouvernement du Québec, 2016).

Tableau 1. Utilisation des terres pour la fraise biologique en 2016 (Willer et Lernoud, 2018)

| Continent | Superficie (ha) |
|----------------------|-----------------|
| Europe | 3 765 |
| Amérique latine | 1 312 |
| Asie | 623 |
| Amérique du Nord | 2 702 |
| Afrique | 510 |
| TOTAL MONDIAL | 9 196 |

Europe

En Europe, la superficie de fraises biologiques récoltées, en 2016, se chiffrait à 3 765 ha (figure 1), la Pologne (1 264 ha) étant en tête, suivie de la Turquie (711 ha) et de l'Allemagne (454 ha) (FiBL statistics, 2018).

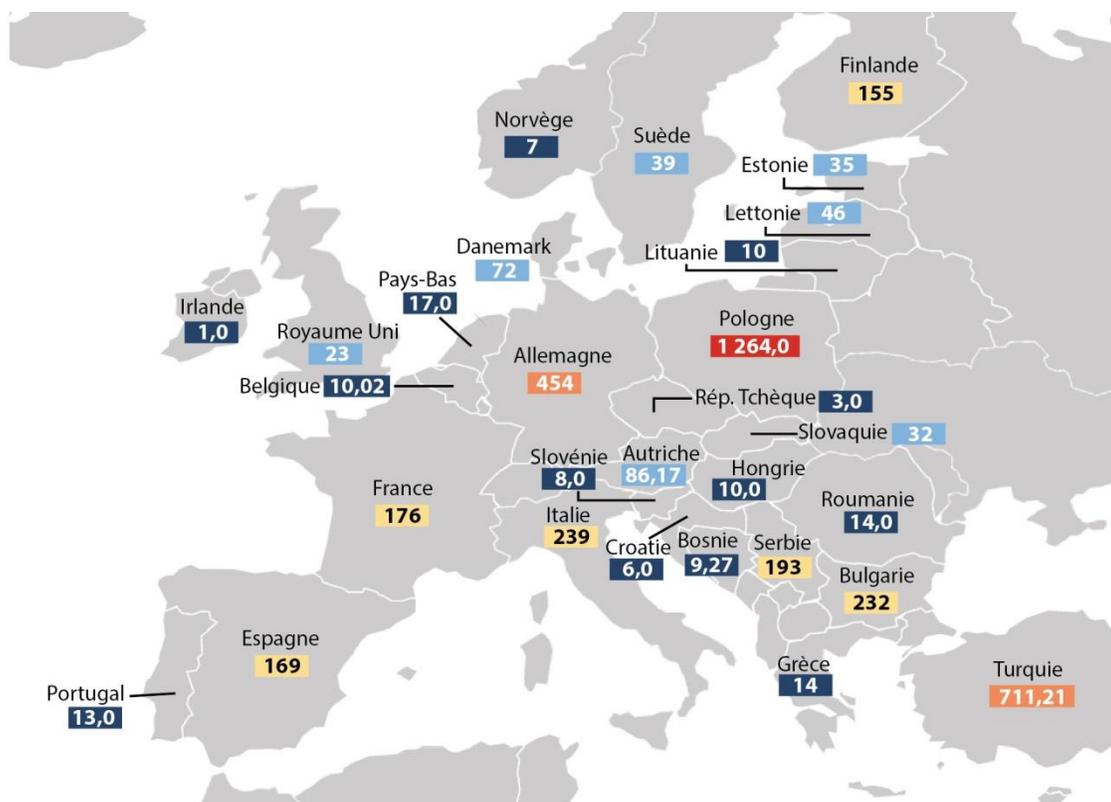


Figure 1. Représentation géographique des superficies cultivées en fraises biologiques, en Europe, pour l'année 2016. Source : FiBL statistics, 2018.

Quelques faits sur la fraise biologique en Europe

- L'**Italie** est le leader en production biologique, toutes cultures confondues. Les superficies de culture de fraises biologiques se chiffrent à 64 ha, pour une production annuelle de 3 000 tonnes (2013) (Panico *et al.*, 2011). Une pratique intéressante utilisée dans ce pays consiste à planter au cours des mois d'octobre et de novembre, à la suite d'un traitement des plants au froid qui vise à stimuler une croissance plus vigoureuse des plants. Cette méthode semble associée à un meilleur rendement, mais les résultats sont mitigés quant à l'augmentation du rendement y étant attribuée (Conti *et al.*, 2014).
- L'**Allemagne** possède 64 ha de culture en fraises biologiques en serre, la seule statistique disponible pour la culture biologique en serre, en Europe (Commission Européenne, 2017).
- En **Scandinavie**, les fraises biologiques représentent des superficies marginales, ce qui n'empêche pas les scientifiques d'effectuer des recherches et de développer de l'[expertise](#). La fraise cultivée en plein champ domine. De plus, l'utilisation de grands tunnels a augmenté dans la dernière décennie (Nes *et al.*, 2017).

| Economics of Organic Apple and Strawberry Production in Poland in the Years 2007-2009 (Brzozowski et Zmarlicki, 2010). | |
|---|--|
| But | Évaluer les coûts de production et la rentabilité des cultures de fraises biologiques en Pologne. |
| Faits saillants | <p>Rendements moyens pour les fraises bio : 9,8 t/ha et pour les conventionnelles : 10,5 t/ha.</p> <p>Le temps de main-d'œuvre est quatre fois plus élevé en régie biologique qu'en régie conventionnelle, principalement en raison du temps consacré aux opérations culturales.</p> <p>Le coût le plus élevé est relié à la récolte, tant en régie biologique (48,1 % des coûts directs) qu'en conventionnelle (65,9 % des coûts directs).</p> <p>Le prix plus élevé des primeurs tend à diminuer compte tenu des grands producteurs qui font la transition vers le biologique et qui augmentent l'offre.</p> <p>Malgré tout, la production en régie biologique est plus rentable qu'en régie conventionnelle. La régie biologique génère des revenus nets plus élevés.</p> <p>Une amélioration de la technologie est nécessaire pour diminuer le temps consacré à la gestion des mauvaises herbes.</p> |
| Limites | Ferme de 0,4 ha à 3,5 ha. Deuxième ou troisième année de production. Années 2007-2009. Lutte contre les mauvaises herbes : tonte et sarclage mécanique. Les données pour les coûts et la rentabilité proviennent de questionnaires auxquels ont répondu des producteurs. |

États-Unis

Aux États-Unis, selon une étude réalisée en 2016, la superficie de fraises biologiques récoltées se chiffrait à 2 530 ha, la Californie (2 219,8 ha) étant en tête, suivie de la Floride (92,7 ha), de l'Oregon (68,4 ha) et de l'État de Washington (55,9 ha) (USDA, 2017).



Figure 2. Représentation géographique des superficies récoltées (ha) en fraises biologiques, aux États-Unis, pour l'année 2016. Source : USDA, 2017.

Quelques faits par état

- Dans l'État de **Washington**, la production de petits fruits en régie biologique représente 25,3 millions \$US en 2012, comparativement à 7,79 millions \$US en 2009. Au cours de cette même période, les superficies de petits fruits biologiques ont augmenté de 104 % et la production a connu une croissance de 280 % avec les bleuets qui comptent pour 90 % des ventes (Kirby, Brady et Granatsein, 2014).
- Dans le **Maine**, la production de fraises en régie biologique est généralement en rangs nattés et les producteurs utilisent l'irrigation par aspersion pour protéger les fleurs du froid (Sideman, 2009). Toutefois, afin de pallier à cette condition climatique, la production en grand tunnel est de plus en plus adoptée par les producteurs. L'information concernant les cultivars les plus appropriés pour ce système de production manque cependant (Sideman, 2018; Gu, Guan et Beck, 2017).
- Dans l'État de **New York**, la majorité des producteurs cultivent en rangs nattés en plein champ. Quelques producteurs cultivent en mini-tunnels pour les fraises à jours neutres. La majorité utilise le goutte-à-goutte comme système d'irrigation et certains combinent avec l'aspersion pour la protection contre le froid. Ces producteurs utilisent presque les mêmes technologies que les producteurs conventionnels. Les plus grands défis sont la lutte contre les adventices et la gestion de l'azote. Les rotations des cultures tendent à être plus fréquentes (1 à 3 années) que chez les conventionnels (Pritts, 2018).

- La rentabilité des cultures biologiques de fraises a été évaluée par le biais d'un budget dans le **Sud-Est des États-Unis** (Rysin, 2015; Dorais, 2016). Selon la simulation effectuée par la chercheuse du Québec, la régie biologique générerait environ 10 000 \$US de revenus nets supplémentaires par hectare comparativement à la régie conventionnelle (soit 47 924 \$US/ha comparé à 37 014 \$US/ha) (Dorais, 2016).
- Le plus grand joueur des États-Unis pour la production de petits fruits est l'entreprise Driscoll, située dans l'État de la **Californie**, qui s'approvisionne auprès de producteurs de partout dans le monde afin d'offrir des fruits frais à l'année (Kirby, Brady et Granatsein, 2014).
- Les producteurs de petits fruits de la Californie ont commencé à intégrer la désinfection anaérobie du sol à une échelle commerciale, avec des superficies passant de 2 ha à 400 ha dans les quatre dernières années, une majorité d'entre elles étant en régie biologique (Shennan *et al.*, 2016). La désinfection anaérobie est une technique alternative à la fumigation du sol pour la lutte contre les maladies racinaires (Ozores-Hampton, 2015).

| An Enterprise Analysis of Three Organic Strawberry Production Systems in Northeastern Vermont (Skovsted, 2017). | |
|--|--|
| But | Étudier la rentabilité de quatre systèmes de production : 1) rangs nattés, 2) fraises en transplant et plasticulture, 3) plasticulture avec racine nue en enlevant les stolons, 4) plasticulture avec racine nue en implantant les stolons. |
| Faits saillants | Les coûts étaient relativement constants entre les différents systèmes. Le système 4 a donné les meilleurs rendements et le système 3 a eu les moins bons rendements. Moins de main-d'œuvre requise avec le système 2, mais les coûts d'implantation sont plus élevés. |
| Limites | Cultivar Jewel. Essais effectués dans le Vermont (É.U.) chez des producteurs. Fertilisation avec Neptune Harvest Fish : 1 gallon/acre/irrigation. Le Vermont a reçu plusieurs épisodes de pluie abondante en saison de culture, ce qui a pu affecter la qualité des fruits. Le temps de main-d'œuvre lié à la récolte n'est pas précisé. |

Équivalence des normes biologiques avec les États-Unis

Pour faciliter le commerce des produits biologiques, le Canada a signé un [Accord sur l'équivalence des produits biologiques avec les États-Unis](#). Cet accord reconnaît comme équivalent les systèmes d'encadrement (réglementation et normes) des produits biologiques pour le Canada et les États-Unis, à quelques exceptions près. De ce fait, tout produit végétal conforme à la norme canadienne peut être exporté sans restriction aux États-Unis (É.-U.), à condition de respecter les règles d'étiquetage américaines. L'application des règles de commerce est la responsabilité de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA).

À l'inverse, les produits certifiés biologiques en provenance des É.-U. qui sont importés au Canada doivent être accompagnés d'un certificat de produits biologiques ainsi que d'un document prouvant l'attestation. Plusieurs produits américains d'origine végétale sont exclus de

cette entente et ne peuvent pas être vendus ou commercialisés au Canada à titre de produits biologiques. Les exclusions sont les suivantes :

1. Les produits agricoles obtenus à l'aide de nitrate de sodium (nitrate du Chili).
2. Les produits agricoles obtenus par des systèmes de cultures hydroponiques ou aquaponiques.

De plus, il y a des différences sur les produits de formulation acceptés en mélange avec les substances permises. Plusieurs produits commerciaux autorisés aux É.-U., incluant des engrais et des pesticides, ne le sont pas au Canada.

En résumé, bien que les normes biologiques canadiennes et américaines soient semblables, des différences sont présentes et placent les producteurs de fraises et de framboises biologiques du Canada en désavantage concurrentiel. Aussi, il apparaît nécessaire d'évaluer le contrôle des importations pour que les fraises et les framboises importées des États-Unis respectent l'Accord d'équivalence. Les normes biologiques canadiennes ont été révisées en novembre 2015. Leur prochaine révision est prévue pour 2020. Les travaux, qui débuteront en 2018, seront déterminants pour prendre position ou proposer des nouveautés sur les pratiques acceptées en production biologique canadienne.

Systemes de culture

Il existe différents types de systèmes pour la culture de fraises biologiques. Les plus courants au Québec sont la culture en rangs nattés et le système sur paillis de plastique qui fait graduellement son apparition en production biologique (CRAAQ, 2003). Des pratiques plus émergentes, telles la culture hors sol et l'utilisation d'abris, sont également expérimentées.

Culture sans abri

Un sondage réalisé auprès de producteurs de fraises biologiques, au Québec, a révélé que la totalité d'entre eux cultivent en plein sol, sans abri. Parmi les producteurs sondés, 77 % d'entre eux produisent en rangs nattés, 23 % cultivent la fraise d'été sur paillis de plastique et 15 % ont des fraises à jours neutres sur paillis de plastiques (Gendreau-Martineau, 2018).

Culture sous abri

L'utilisation d'un abri pour la culture de fraises offre différents avantages, soit d'allonger la période de récolte, de fournir des fruits de plus grande qualité, de faciliter la récolte et de réduire l'incidence des maladies fongiques (Demchak, 2009).

Les abris existants pour la culture du fraisier sont les grands tunnels qui peuvent être installés en multichapelles (min. 3) afin de procurer une plus grande superficie et, surtout, un climat plus homogène qu'en grand tunnel simple. Les grands tunnels sont des structures trois saisons dont les revêtements doivent être enlevés sous nos conditions climatiques. Le choix du type de tunnel doit être fait en fonction des conditions environnementales de la ferme. Ces structures

sont adéquates pour la production biologique parce qu'elles diminuent la pression des maladies et peuvent accroître le rendement tout en diminuant l'incidence de la moisissure grise. Une autre option consiste en l'utilisation de minitunnels qui sont offerts à plus faibles coûts et dont la structure se retire facilement, selon l'essai ayant été réalisé au Québec (van Sterthem, 2013; van Sterthem *et al.*, 2017).

| Yield and Quality Characteristics of Day-neutral Strawberry in the United States Upper Midwest Using Organic Practices (Petran <i>et al.</i> , 2017) | |
|---|--|
| But | Évaluer le meilleur système de production qui permette d'allonger la durée de la saison de culture. Les systèmes de production comparés sont : 1) plasticulture + minitunnels, 2) plasticulture, et 3) paillis de paille. Le rendement, le poids des fruits et les qualités nutritionnelles et organoleptiques ont été mesurés. |
| Faits saillants | Le traitement 1 a donné des rendements plus élevés que le 2 sur un site expérimental qui a subi un épisode de grêle. Le traitement 3, avec paillis de paille, a donné des rendements significativement plus faibles que les traitements 1 et 2. Les cultivars Portola et Albion ont donné de bons rendements pour la région. |
| Limites | Les auteurs ne recommandent pas une seule bonne méthode culturale compte tenu de la variabilité des résultats observés et des conditions environnementales de la région. Toutefois, ils estiment qu'il existe plusieurs combinaisons de cultivars et de système de culture qui peuvent être rentables économiquement. Essais avec six cultivars de fraises d'automne sur deux années : Monterey, Evie-II, Albion, Portola, San Andreas et Seascape. Fertigation goutte-à-goutte : 6,1 kg/ha AgGrand (Organic Series)(4-1.3-2.5); insecticide PyGanic : 2 fois en début de saison; paillis de paille non précisé. |

Au Québec

- Une étude en régie conventionnelle, réalisée à l'Île d'Orléans, visait à évaluer l'efficacité des minitunnels sur le rendement des fraises d'automne, ainsi que les types de plastiques et les conditions d'aération. Les minitunnels ont permis d'augmenter les rendements vendables comparativement à la culture des fraises en plein champ. La protection des tunnels a réduit les dommages causés par la pluie, de même que l'incidence de la moisissure grise et de l'antracnose, mais elle a accru la présence du blanc. Des analyses technico-économiques devraient être faites pour déterminer et justifier leur utilisation (Van Sterthem *et al.*, 2017).

Principaux défis dans la production de fraises biologiques

Différentes techniques de production permettent actuellement aux producteurs québécois de produire des fraises de la fin de mai à la mi-octobre. Cependant, la fraise biologique est peu produite au Québec. En outre, sa période de disponibilité est plus courte que celle de la fraise conventionnelle. Les défis techniques liés à la production biologique sont importants, principalement en phytoprotection.

Dans un sondage réalisé au Québec auprès de producteurs de fraises biologiques en 2017, les producteurs ont été amenés à classer par ordre de priorité les défis vécus pour la protection des cultures. La lutte contre la punaise terne a été signalée comme le défi le plus important pour 80 % d'entre eux (Gendreau-Martineau, 2018). La moisissure grise et les maladies racinaires ont été identifiées comme autres problématiques principales. La drosophile à ailes tachetées a également été signalée comme une problématique majeure pour les fraises d'automne. L'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) a effectué une revue de littérature, en 2017, sur cet insecte. Le lecteur est invité à consulter le document qui a été publié sur le sujet pour être au fait des dernières avancées concernant ce ravageur (Firlej et Vanoosthuyse, 2017). La gestion des mauvaises herbes était considérée comme la principale problématique pour 50 % des répondants au sondage. Les producteurs conventionnels étaient, quant à eux, préoccupés par la fertilisation en régie biologique.

Certaines problématiques mentionnées ont été sélectionnées pour le présent document en fonction de leur prédominance, des lacunes informationnelles à leur sujet, des moyens à la disposition des producteurs et des besoins du secteur. Une priorité a été accordée aux contenus récents (études, essais, rapports) dont les résultats avaient un certain potentiel de transférabilité. Pour toutes les études, les limites au transfert des pratiques et des connaissances ont été soulignées dans le souci de nuancer le contenu.

Phytoprotection : la punaise terne

La punaise terne (*Lygus lineolaris*) a été identifiée, par le groupe d'experts en phytoprotection des petits fruits ainsi que par un sondage auprès des producteurs, comme la principale problématique phytosanitaire dans les fraises biologiques (Gendreau-Martineau, 2018). En production conventionnelle, la lutte contre la punaise terne repose sur l'utilisation d'insecticides. En production biologique, aucun bio-insecticide n'est actuellement homologué au Canada contre cet ennemi. De toute façon, l'efficacité des produits biologiques est moindre que celle des produits conventionnels. De plus, les différentes stratégies de lutte alternatives ont montré peu d'efficacité jusqu'à maintenant au Québec. Les pertes associées à ce ravageur peuvent donc être très élevées en raison de la déformation des fruits ou de la baisse de rendement, selon les sites et les années. Les approches préconisées pour lutter contre la punaise terne consistent à agir en prévention et à appliquer des techniques culturales et de lutte biologique. Les études ayant eu recours à des biopesticides sont présentées ci-après.

A. Techniques préventives

Puisque la punaise terne est polyphage (plus de 200 espèces hôtes), une meilleure compréhension de l'écosystème autour des fraisières est un premier pas vers l'adoption de techniques préventives adaptées au site. La connaissance des sites d'hivernement sur l'entreprise et l'identification des plantes hôtes dans les bordures de champ peuvent aussi permettre de mieux anticiper la venue des punaises adultes hivernantes au printemps. L'équipe du Centre de recherche en agroalimentaire de Mirabel (CRAM) a récemment noté une présence

importante de la punaise terne sur les plants de molène à l'automne. Des [recherches sont en cours](#) pour identifier des techniques culturales aptes à réduire ses populations.

La gestion de la végétation en bordure des champs est primordiale. Il est connu que les punaises migrent des champs de foin, après la coupe. Il faut donc, lorsque c'est possible, synchroniser les coupes de foin et l'entretien de la végétation avec les stades des fraises sensibles aux dommages des punaises (Painchaud, 2016). Dès le stade de début floraison jusqu'à la fin du stade fruit vert, les punaises doivent être maintenues dans la végétation environnante. D'autant plus que les bordures de champs aménagées créent et attirent la biodiversité, incluant celle des pollinisateurs et des prédateurs utiles (Painchaud, 2015).

B. Méthodes culturales et lutte biologique

Voici quelques études répertoriées selon les méthodes culturales et de lutte biologique contre la punaise terne.

Les plantes-trappes en bordure de la fraisière

Des cultures en bordure de la fraisière peuvent être implantées afin d'offrir à l'insecte des hôtes alternatifs. Des études sont effectuées afin d'évaluer l'efficacité de ces cultures-appâts ou plantes-trappes. De prime abord, une bonne plante-trappe doit être plus attrayante que le plant de fraises pour la punaise; elle doit aussi être peu coûteuse et facile à cultiver. La stratégie consiste à détourner l'attention de l'insecte pour le concentrer sur la plante-trappe. Ces plantes-trappes servent également de refuges aux prédateurs et aux parasitoïdes qui pourront contrôler les populations de ravageurs. C'est une stratégie nommée en anglais « attract and kill » (attire et tue) (Lambert, 2017). Il est possible de choisir plusieurs types de plantes-trappes telles que la luzerne, la moutarde, le sarrasin, le canola ou le tournesol. Le défi reste d'attirer la punaise en période de floraison du fraisier pour réduire les dommages à ses fleurs.

| The Use of Native Perennial Wildflowers and Alfalfa Trap Crops to Increase Pollination and Biological Control in Strawberries (English-Loeb, 2015). | |
|--|---|
| But | Évaluer l'impact de la luzerne et de fleurs sauvages en tant que plantes compagnes pour lutter contre la punaise terne. |
| Faits saillants | Les parcelles comportant de la luzerne et des fleurs sauvages ont accueilli une plus grande proportion de pollinisateurs que les parcelles sans luzerne, mais elles ont aussi eu plus de punaises ternes et plus de dommages que les parcelles sans luzerne. Les fermes entourées d'un paysage complexe ont obtenu des résultats plus probants. |
| Limites | On doit considérer la composition du paysage agricole pour évaluer l'incidence de plantes-trappes sur la densité de la punaise terne. État de New York aux États-Unis. |

Au Québec

- Des essais ont été effectués avec des bandes-trappes de sarrasin et de moutarde aux abords de parcelles de fraisières. Les bandes-trappes ont joué leur rôle attractif, mais le synchronisme de floraison n'était pas optimal (Dumont et Provost, 2017).
- Un essai a été réalisé avec une bande de luzerne comme plante-trappe, à raison d'un rang/20 ou 25 rangs : résultats non concluants après 1 an d'essai parce que le potentiel attractif de la luzerne repose sur les composés relâchés en période de floraison, laquelle s'avère trop courte (Painchaud, 2016).
- Des essais ont aussi été faits avec une bande de luzerne en fraisière biologique. L'expérience a démontré que la bande-trappe causait un effet de gradient décroissant sur la population dans la fraisière une année sur deux. Cette technique ne fonctionne pas dans le contexte québécois où les superficies de fraises biologiques sont petites (Duval et al., 2009).

L'introduction d'organismes parasitoïdes

La guêpe parasite *Peristenus relictus* est un prédateur naturel de la punaise terne. L'utilisation de *Peristenus* sp. en lutte biologique a été étudiée aux États-Unis et en Ontario. Les défis liés à cette approche sont d'établir des populations de guêpes qui sont adaptées au climat et qui auront comme hôte préférentiel les punaises qui ravagent les cultures de fraises. De plus, il est important de considérer la compatibilité des sous-espèces de *P. relictus* avec celles de la punaise terne.

Long Term Post-release Impacts of the Introduced Parasitoid *Peristenus relictus* (Hymenoptera: Braconidae) on *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae) Populations in California (Pickett et al., 2017).

| | |
|------------------------|---|
| But | Évaluer l'efficacité du parasitoïde <i>Peristenus relictus</i> pour lutter contre la punaise terne en Californie. |
| Faits saillants | Des études longitudinales et en cages ont démontré que <i>P. relictus</i> a un impact négatif sur la densité des nymphes de la punaise pouvant mener à des pourcentages de parasitisme annuel allant de 45 à 71 %. |
| Limites | Étude faite en Californie sur des populations de <i>P. relictus</i> introduites entre 1998 et 2004. Étude des populations depuis 1999. Système de culture : fraisiers sur plastique ayant des plantes-trappes de luzerne. Étude de la dynamique des populations d'insectes : ne démontre pas une hausse du rendement en fraises en lien avec l'introduction de l'agent de lutte biologique. |

Au Québec

Des essais de lutte biologique devraient démarrer en 2018 avec des prédateurs comme *Orius* sp. et *Nabis* sp. qui présentent un potentiel intéressant. (Voir Caroline Provost (CRAM) au tableau 2 de la section Recherche et expertise sur la fraise biologique).

L'aspiration des insectes

Une technique utilisée en Californie consiste à aspirer les insectes deux fois par semaine à l'aide d'un aspirateur. Des recherches s'y consacrent afin d'améliorer l'efficacité de cette technique qui, jusqu'à présent, s'avère plus ou moins efficace puisqu'une faible partie de la population d'insectes est capturée (Normandin, 2015). L'aspiration des insectes, combinée à l'implantation de plantes-trappes, a été utilisée à grande échelle en Californie (Swezey, Nieto et Bryer, 2007).

Au Québec

- L'utilisation d'une tondeuse modifiée en aspirateur à insectes a été étudiée au Lac-Saint-Jean, en 2012. L'étude n'a pas été concluante (Villeneuve, 2012).
- Un producteur en régie biologique utilise un aspirateur depuis 2004 dans ses fraisiers à jours neutres (Duval, 2018).

C. Biopesticides

La lutte contre la punaise terne avec des bio-insecticides fait partie des pratiques acceptées par les organismes de certification. Les pyrèthres naturels auraient un potentiel intéressant de réduction des populations de nymphes de punaises ternes, cependant aucun produit n'est homologué au Canada. Un autre outil ayant fait son apparition est l'utilisation du champignon entomopathogène *Beauvaria bassiana* disponible commercialement (BioCeres et Botanigard¹) mais non approuvé pour un usage en champ.

Les résultats des essais des produits biologiques pour le contrôle de la punaise terne et de l'ail comme répulsif de la drosophile (Annabelle Firlej *et al.*, 2017).

Produits biologiques pour le contrôle de la punaise terne et de la drosophile (Annabelle Firlej, 2017).

| | |
|------------------------|---|
| But | Essais de produits insecticides qui ont du potentiel pour la lutte contre la punaise terne au Québec (produits non-homologués au Canada). Produits testés : Pyganic (pyréthrine), Grandevo (<i>Chromobacterium subtsugæ</i>), Venerate (<i>Burkholderia</i>) et Bioceres (<i>Beauvaria bassiana</i>). |
| Faits saillants | Pyganic est l'insecticide le plus efficace parmi ceux testés : il réduit significativement les populations de larves. |
| Limites | Pas d'effet sur le rendement en fraises (vendables et non vendables) comparativement au témoin (contrôle) non traité. Le nombre d'applications est à déterminer. Essais pendant deux étés en mode expérimental avec des cages à insectes au champ. |

¹ En janvier 2017, ce produit était un intrant permis par Écocert Canada. Il est toutefois recommandé de vérifier auprès des organismes de certification biologique les intrants permis en production biologique.

Phytoprotection : la moisissure grise

La principale maladie identifiée comme étant problématique pour les producteurs de fraises biologiques est la moisissure grise (Gendreau-Martineau, 2018). Son agent pathogène, *Botrytis cinerea*, est responsable du dépérissement du fruit lors du mûrissement et à l'entreposage.

A. Techniques préventives

Au Québec, il n'existe pas de liste de cultivars recommandés pour la production de fraises biologiques, mais il est recommandé de choisir des cultivars qui sont moins susceptibles à la maladie. La [culture sous abris](#) réduit généralement l'incidence de la moisissure grise.

B. Techniques culturales

Afin de limiter l'incidence de la moisissure grise, il est conseillé d'effectuer une fertilisation limitée, de favoriser le drainage ainsi que l'aération du feuillage, mais aussi d'éviter les rangs larges et les densités de plantation élevées (Dorais, 2016; Painchaud, 2016).

| Cultivars and Cultivation Systems for Organic Strawberry Production in Norway (Nes <i>et al.</i> , 2017). | |
|--|--|
| But | Évaluer le meilleur système de culture pour favoriser le rendement et lutter contre les maladies fongiques en Norvège. 1) grand tunnel où le plastique est ajouté avant ou après la floraison, 2) en plein champ. Les paramètres mesurés sont les rendements totaux et vendables, le calibre des fruits et la présence de la moisissure grise. |
| Faits saillants | Pour la Norvège, les chercheurs ont conclu qu'il pouvait être rentable d'utiliser de grands tunnels pour réduire la moisissure grise, et de les combiner à la brumisation et à un traitement au soufre pour réduire le blanc et les acariens. Les rendements vendables étaient plus élevés en grands tunnels qu'en plein champ. |
| Limites | Lieu d'essai : Norvège, sur trois sites expérimentaux. Sol sablonneux avec teneur modérée en matière organique. Fertilisation pré-plantation : 30 t/ha avec du fumier (90 kg N, 15,5 kg P et 18 kg K). Fertilisation en cours de saison variable selon les sites. Fraises d'été et cultivars variables selon les sites expérimentaux : Korona, Polka, Florence, Sonata, Honeoye, Gudleif, Frida, Iris. Établissement des plants en rang double, en planches surélevées. Irrigation au champ : goutte-à-goutte. Sous tunnel : brumisation d'une minute quatre fois par jour. Beaucoup de variations de méthodologie entre les sites expérimentaux, analyses statistiques de faible puissance. |

| Dark Period Following UV-C Treatment Enhances Killing of <i>Botrytis cinerea</i> Conidia and Controls Gray Mold of Strawberries (Janisiewicz <i>et al.</i> , 2016). | |
|--|--|
| But | Trouver une solution alternative aux fongicides pour lutter contre <i>Botrytis cinerea</i> dans la production de fraises grâce à l'irradiation aux UV-C. L'utilité de cette approche a été validée en testant les effets délétères possibles des UV-C sur la viabilité du pollen, la mise à fruit et la photosynthèse des feuilles dans des conditions de laboratoire. |
| Faits saillants | L'irradiation des conidies (organes reproducteurs) du champignon avec les rayons UV-C a tué efficacement les conidies à condition qu'une période de noirceur suive l'irradiation. L'irradiation n'a pas affecté la capacité photosynthétique de la fraise ni causé de décoloration des sépales. |
| Limites | Traitement effectué deux fois par semaine pendant sept semaines. Expérience réalisée en laboratoire, directement sur le champignon et non sur un plant de fraises infecté. Des essais devront être faits <i>in vivo</i> . |

C. Biopesticides

Plusieurs biopesticides sont présentement homologués au Canada et permis en production biologique contre la moisissure grise. Une meilleure connaissance des conditions gagnantes de leur utilisation doit cependant être obtenue et diffusée pour les conditions du Québec.

Le capteur de spores comme outil d'aide à la décision

Les capteurs de spores peuvent être utilisés comme outil d'aide à la décision pour l'application de traitements phytosanitaires. Des modèles d'estimation de risques d'infection ont été développés pour la fraise dans le but de diminuer les applications de biofongicides (PRISME Consortium, 2016).

Évaluation de l'efficacité de cinq biopesticides contre *Botrytis cinerea* dans la fraise (Thireau Lefebvre et Fortier, 2015).

| | |
|------------------------|--|
| But | Évaluer l'efficacité de cinq biofongicides pour lutter contre la moisissure grise : 1) Témoin non traité, 2) Traitement conventionnel (Chlorothalnil, captane, boscalide et cyprodinil + fludioxonil) 3) Milstop (bicarbonate de potassium), 4) Regalia Maxx (extrait de <i>Reynoutria sachalinensis</i>), 5) Storox (peroxyde d'hydrogène), 6) Botector (<i>Aureobasidium pullulans</i> DSM 14940 et DSM 14941), 7) AEF-1301 (extrait d'huile de pin) et 8) AEF-1315 (<i>Clonostachys rosæ</i>). |
| Faits saillants | Milstop a été efficace seulement au cours de la première saison d'essai. Peu de différences significatives parmi les biofongicides à l'essai et le témoin traité à l'eau. |
| Limites | Pression de <i>Botrytis</i> faible. Essais effectués au Québec. Le produit 8) n'a pas été testé en 2013 et a été substitué par 7). Le produit 8) a été ajouté en 2014. |

Entomovection

L'entomovection est une technologie utilisant des insectes comme vecteurs de transmission pour la lutte biologique contre les maladies et les parasites des plantes. Ces insectes sont généralement des abeilles ou des bourdons qui distribuent naturellement, en butinant, des biopesticides fixés à leurs poils dans les fleurs et les organes à risques vis-à-vis des maladies, notamment de la moisissure grise (*Botrytis cinerea*).

Managing Bees for Delivering Biological Control Agents and Improved Pollination in Berry and Fruit Cultivation (Hokkanen, Menzler-Hokkanen et Lahdenpera, 2015).

| | |
|------------------------|--|
| But | Étude de cas pour la lutte contre <i>Botrytis</i> avec l'agent de lutte biologique d'origine fongique <i>Gliocladium catenulatum</i> distribué par des abeilles dans les fraises. Les traitements à l'essai ont été : 1) le témoin sans traitement, 2) fongicides chimiques (variables selon les pays), 3) Prestop® Mix par entomovection 4) combinaison du fongicide chimique (2) et du biofongicide Prestop® Mix par entomovection (3). |
| Faits saillants | Les résultats démontrent que cette technique peut être efficace à travers l'Europe avec des résultats similaires aux traitements avec fongicides. Sous forte pression de <i>Botrytis</i> : 47 % de réduction de la maladie. Sous faible pression de <i>Botrytis</i> : 66 % de réduction de la maladie. L'agent de biocontrôle a réduit significativement la maladie comparativement au témoin non traité dans 20 des 23 fermes. De plus, l'étude a démontré que de faibles doses (400 g de Prestop® Mix/ha/saison) sont suffisantes pour être efficaces contre <i>Botrytis</i> . |

| | |
|----------------|---|
| Limites | Étude effectuée en Finlande, en Estonie, en Italie, en Slovénie et en Turquie sur 23 fermes commerciales, entre 2006 et 2014. Généralement 3 à 5 traitements aux fongicides (selon les approbations en vigueur dans chaque pays) ont été utilisés à des intervalles de 2 à 4 jours en période de floraison. Ruches d'abeilles placées sur le bord des fraisières. Dispersion du Prestop® Mix débutée lorsque 5 à 10 % des fleurs sont ouvertes jusqu'à la fin de la floraison, à raison de 3 à 4 mm en fine couche d'environ 5 g, le matin, dans le distributeur. |
|----------------|---|

Phytoprotection : la lutte contre les maladies racinaires

La présence dans le sol d'agents pathogènes tels que *Phytophthora* sp. et *Verticillium* sp. est une problématique pour les producteurs de fraises contre laquelle il existe peu de traitements efficaces. La biofumigation du sol et la désinfection anaérobie sont des techniques pouvant être employées pour la lutte contre les maladies racinaires.

Biofumigation du sol

Les fraises et les framboises sont des cultures vivaces et, au fil du temps, des ravageurs et des maladies du sol s'y installent. En régie biologique, la fumigation du sol étant interdite, une solution de rechange consiste à implanter des plantes riches en glucosinolates qui, une fois incorporées au sol, se décomposent et libèrent des composés de type isothio- et thio-cyanates, des composés volatiles (gaz) et toxiques pour certains organismes du sol, notamment les nématodes et certaines maladies fongiques et bactériennes (Fahey, Zalcmann et Talalay, 2001). La moutarde est une espèce de plante utilisée comme biofumigant bien connue. La molécule qui lui est propre et lui confère son pouvoir biofumigant est l'isothiocyanate d'allyle (AITC) (MAAP, 2015).

Il est important de prévoir cette pratique en fonction du ravageur visé et de son cycle de vie puisque que les effets de la biofumigation sont significatifs dans la couche supérieure du sol, soit jusqu'à 15 à 20 cm de profondeur. Il va donc de soi que la date des semis doit être planifiée rigoureusement, de même que la variété des autres bonnes pratiques à adopter. Le gouvernement du Nouveau-Brunswick (MAAP, 2015) a publié de l'information à ce sujet.

Les éléments à prendre en considération sont :

- La sélection de la variété de moutarde;
- La date de semis de la moutarde;
- Une fertilisation adéquate pour maximiser le rendement;
- La tonte et le déchiquetage de la moutarde;
- Une incorporation immédiate au sol (labour ou disques à plusieurs reprises);
- Une intensification de l'effet biofumigant (tassement du sol, irrigation, ajout de bâches, etc.);
- En Ontario, les variétés de moutarde Caliente, Cutlass et Forg sont les cultures recommandées pour la lutte contre des nématodes.

Par ailleurs, le biofumigant en granule MustGrow™, qui est une moulée de graines de moutarde chinoise, a été [homologué en 2017](#) en culture biologique de la fraise et de la framboise pour usage en préplantation contre les maladies racinaires et les nématodes. Toutefois, le produit est très dispendieux, ce qui rend son utilisation difficilement rentable. Avant de se le procurer, il est toujours important de vérifier auprès de son organisme de certification si le produit est autorisé.

| Mustard Cover Crops as Biofumigants for Organic Strawberry Production (Balzano, 2017). | |
|---|--|
| But | Évaluer l'efficacité de la moutarde comme culture de couverture pour aider à la lutte contre les nématodes, les mauvaises herbes et les maladies du sol. Six variétés de moutarde ont été testées : 1) Kodiak, 2) Pacific Gold, 3) Ida Gold, 4) Caliente 119, 5) Caliente 199 et 6) Nemat. Ces variétés ont été plantées avec huit cultivars de fraises. |
| Faits saillants | Aucune différence significative entre les rendements, selon les variétés de moutarde et les différents cultivars de fraises. Les essais démontrent que la biofumigation peut affecter négativement la matière organique du sol, probablement en raison d'une réduction de l'activité microbologique du sol, mais d'autres études sont nécessaires pour la compréhension du phénomène observé. La variété Caliente 199 (5) a révélé une plus grande production de glucosinolate (sinigrin) aux propriétés antifongiques et anti-nématodes. La variété Ida-Gold (3) a montré une plus grande production de glucosinolate (sinalbin) aux propriétés herbicides. |
| Limites | Lieu : Vermont. Moutarde plantée en mai, croissance de 60 jours suivie de l'incorporation au sol, puis de la plantation de fraises 14 jours et plus après avec 8 variétés : Wendy, Galletta, Brunswick, Jewel, Darselect, Cabot, Valley Sunset et Record. Expérimentation dans une parcelle jamais cultivée en fraises. Cultures de couverture en place : avoine et pois. Fertilisation avec du fumier de mouton composté (5-4-3) à un taux de 400 lb/acre (448,34 kg/ha). |

Au Québec

- Des essais avec la moutarde brune (*Brassica juncea*) ont été effectués au Québec préalablement à une culture de fraises (Langlois *et al.*, 2010).
- Des recherches en cours à l'IRDA visent à étudier l'impact de la moutarde sur la dormance des graines de mauvaises herbes et à évaluer les espèces de mauvaises herbes les plus susceptibles d'être réprimées. Les résultats disponibles actuellement font état du potentiel de l'utilisation de la moutarde dans un système de rotation, mais la méthode d'incorporation doit être améliorée (stade de floraison, humidité et température du sol) (Lefebvre, Leblanc et Watson, 2017).

Désinfection anaérobique du sol

La désinfection anaérobique du sol est une technique employée pour lutter contre plusieurs agents pathogènes du sol responsables de maladies racinaires. Le principe de la technique consiste à créer un environnement anaérobique (sans oxygène) dans le sol, auquel on ajoute une source de carbone appropriée afin de favoriser l'établissement de certains microorganismes bénéfiques. Ces microorganismes bénéfiques produisent des composés variés (acides organiques, composés organiques volatils (COV), ammoniacque, alcools, aldéhyde) qui ont des effets répressifs sur plusieurs agents pathogènes présents dans le sol (Ozores-Hampton, 2015). Ce phénomène n'est pas entièrement compris. C'est pourquoi plusieurs études se consacrent à la compréhension des changements qui surviennent dans le sol au cours de la désinfection anaérobique (Ozores-Hampton, 2015).

Gestion des mauvaises herbes

La gestion des mauvaises herbes est un défi majeur pour les producteurs de fraises biologiques. Dans un monde idéal, il faudrait allouer au site deux années de préparation pour y éliminer de façon durable les mauvaises herbes avant d'y effectuer la plantation (Carroll, Pritts et Heidenreich, 2016). Dans la culture de fraises en rangs nattés, la période d'établissement des stolons est particulièrement critique. Actuellement, le contrôle manuel des mauvaises herbes est grandement utilisé du début de l'établissement des stolons jusqu'à l'automne, ce qui représente des frais de main-d'œuvre importants.

La pression des mauvaises herbes est déterminante pour la longévité de la plantation (Painchaud, 2016). Dans les paragraphes qui suivent, quelques études ont été répertoriées selon les approches préventives, culturales et de lutte non-chimique possibles en production biologique.

A. Techniques préventives

La protection hivernale des fraisiers est un élément important de la conduite de cette culture. La paille de différentes céréales est largement utilisée à cet effet, mais il faut s'assurer qu'elle ne serve pas d'inoculum de mauvaises herbes, car le bénéfice escompté de cette pratique peut alors être annulé par la contamination des champs par les mauvaises herbes.

Des essais de paillage des fraisiers ont été réalisés au Centre-du-Québec avec de la paille de panic érigé. Selon les données préliminaires, pour s'assurer de ne pas contaminer les champs de fraisiers avec des semences de panic, ce dernier devrait être récolté tôt au printemps, pour profiter de la croissance végétative de l'année précédente. La récolte est mise en balles, entreposée jusqu'à l'automne et utilisée comme paillage à la fin de l'automne seulement. De cette manière, on évite la contamination des champs de fraisiers avec de la graine de panic qui pourrait devenir problématique en germant (Nadeau, 2014). L'utilisation de paille de panic érigé ou d'alpiste roseau est une excellente pratique à adopter en production de fraises biologiques. Plusieurs producteurs, en Estrie et au Centre-du-Québec, ont d'ailleurs choisi de l'appliquer.

La rotation des cultures est un autre bon outil dont dispose le producteur pour lutter contre les mauvaises herbes (Dorais, 2016). Celle-ci aide en outre à contrer le développement des maladies racinaires du fraisier. Il est important d'intégrer dans la rotation des cultures, avant l'établissement des fraisiers, les techniques de travail de sol et d'épuisement de plusieurs mauvaises herbes vivaces (chiendent, chardon et laiteron). Ces techniques sont bien connues au Québec.

Voici une stratégie de rotation avec des engrais verts qui fonctionne bien dans le Nord-Est des États-Unis (Sideman, 2009) et qui peut facilement être adaptée aux différentes régions du Québec :

- Labour après la récolte de fraisiers et jachère courte* jusqu'à la fin d'août;
- Semis d'un mélange de seigle d'automne et de vesce velue** à la fin d'août et croissance jusqu'à la fin de mai ou la mi-juin de l'année suivante;
- Labour et jachère courte (à nu) de deux à quatre semaines (au Québec, il est préférable de débiter à la mi ou à la fin de juin);
- Plantation d'une culture de couverture d'été (pleine saison) (pois fourrager avec ou sans mélange d'avoine, de soya, de sorgho-soudan ou de sarrasin);
- Plantation d'une couverture d'avoine à la fin d'août;
- Plantation de fraises au printemps suivant.

* La jachère courte consiste à travailler le sol avec des outils mécaniques pendant une période de deux à quatre semaines. Les outils à privilégier vont varier selon les mauvaises herbes présentes. Le meilleur moment pour la pratiquer est lors de périodes sans précipitations, avec de longues journées d'assèchement, comme en juillet.

** La vesce velue peut ne pas se développer, selon les régions du Québec.

B. Techniques culturales

Les techniques culturales pouvant être utilisées pour la gestion des adventices sont la coupe des mauvaises herbes qui dépassent, une semaine avant le début de la récolte (CRAAQ, 2003), l'utilisation d'engrais verts et l'utilisation de paillis. Autrement, la culture hors sol est un système de culture qui minimise la gestion des mauvaises herbes.

Le choix du **paillis** de plastique et de sa vitesse de dégradation sera fait en fonction du type de fraisier. Pour une production qui s'étale sur plus d'une année, il est recommandé d'installer un paillis qui ne se dégradera pas afin d'assurer un contrôle des adventices. Le paillis de plastique noir a une très bonne longévité et offre un contrôle des mauvaises herbes presque parfait. Par contre, il peut occasionner des brûlures au niveau des racines des fraisiers (Painchaud, 2015). Ce type de paillis non biodégradable doit être retiré du sol à la fin de la culture.

À l'inverse, sur une culture annuelle, il est intéressant d'envisager un paillis de plastique biodégradable. Les paillis biodégradables doivent être faits à partir de matériaux 100 % biosourcés pour être acceptés en production biologique au Canada². Autrement, ils doivent être retirés à la fin de la production. Les paillis végétaux, comme les paillis de paille, de foin, de sciure ou de copeaux de bois sont permis.

Quelques recherches ont été faites sur l'utilisation de paillis biodégradables à base d'amidon qui n'ont pas besoin d'être retirés du sol. Ces matériaux ont donné des résultats prometteurs, lors d'essais dans l'État de New York (Carroll, Pritts et Heidenreich, 2016). Ces paillis doivent cependant faire l'objet d'une analyse pour valider s'ils sont admissibles au regard des normes biologiques canadiennes.

Au Québec

- Pour les petites surfaces, les **paillis tissés de type géotextiles** pourraient être testés dans les systèmes de production à haute densité. Une évaluation économique de ce type de paillis réutilisables doit également être réalisée (Weill *et al.*, 2017).
- L'utilisation d'**engrais verts intercalaires entre les plastiques** est une technique qui s'est avérée fructueuse lorsque l'engrais vert était implanté à la pose du plastique. Le raygrass non alternatif est l'espèce qui convient le mieux dans les sols loameux (Gendron, 2016). La fétuque rouge convient mieux dans les sols sableux secs (Villeneuve, 2014).

C. Lutte non-chimique

La solarisation du sol est une méthode employée pour la désinfection du sol. Elle vise à réduire les pathogènes, les insectes et les semences de mauvaises herbes. La solarisation du sol représente une solution écologique alternative à la fumigation. Cette technique, importée des pays tropicaux, a été testée en Arizona, en Californie, en Floride, en Caroline du Nord et au Texas avec des résultats plutôt variables. Elle consiste à couvrir un sol humidifié d'un plastique transparent pour une période donnée. Il est attendu que cette opération cause une augmentation de la température du sol sous le plastique et qu'elle ait un effet de désinfection thermique. Toutefois, cette technique n'a pas été testée en champ dans les conditions climatiques nordiques.

² En 2017, aucun produit n'était disponible.

| Non Chemical Methods of Weed Control in Strawberry Annual Plasticulture System (Samtani, 2016). | |
|--|--|
| But | Dans un système de production en plasticulture annuelle, évaluer l'efficacité de méthodes non-chimiques de lutte contre les mauvaises herbes sur la santé de la culture, la gestion des mauvaises herbes et les rendements. Traitements à l'essai avec la solarisation et sans solarisation : 1) farine de gluten de maïs, 2) moulée de graines de moutarde, 3) paillis formé de granules de papier. |
| Faits saillants | Comparées à celles de la parcelle non traitée, les densités de mauvaises herbes étaient plus faibles dans les parcelles suivantes : solarisation seule, solarisation + traitement 2, et solarisation + traitement 3. Pas de différence dans l'état de santé global entre les différents traitements. |
| Limites | Ne recommande pas de faire la solarisation sur une période de moins de six semaines. Davantage d'essais sont nécessaires. La rentabilité économique de cette technique doit être analysée. Expérimentation effectuée dans l'État de Virginie (É.U.). Fraises d'été : cv. Chandler en transplant. D'autres études sont en cours avec d'autres paramètres et en utilisant les traitements 2 et 3 afin d'évaluer leur efficacité. |

Au Québec

Un essai a été effectué avec des traitements de gluten de maïs. Ces derniers n'ont pas eu d'effets significatifs sur la répression des mauvaises herbes annuelles ou sur l'implantation des plants de chou. Toutefois, les auteurs de l'étude suggèrent l'utilisation de ce produit, sous grands tunnels, appliqué en bandes sur le rang (Gilbert et Painchaud, 2012). À noter qu'aucun produit de gluten de maïs n'est accepté en régie biologique puisque le maïs est génétiquement modifié.

L'utilisation de vinaigre (acide acétique) et d'autres produits herbicides biologiques a fait l'objet d'essais en comparaison avec le sarclage mécanique pour l'entretien des bordures de plastique. Ces produits ne sont actuellement pas homologués dans la culture de fraises, mais ils ont un potentiel de transférabilité (Leblanc, Lefebvre et Jochems-Tanguay, 2016).

Fertilisation et fertigation

Le défi de la fertilisation en production biologique consiste à fournir suffisamment d'azote au moment où les plants en ont besoin, sans surfertiliser. La libération des éléments minéraux des engrais organiques est dépendante de l'activité microbologique du sol qui, elle, dépend de l'humidité, de la température et de la santé du sol. Toutes les pratiques qui favorisent la santé des sols, contribueront aussi à une bonne fertilisation des plants de fraisiers. La construction de la réserve de matière organique du sol à l'aide des rotations de cultures, de la culture de couvertures de légumineuses et d'autres engrais verts est essentielle (Forge, 2013).

Les engrais organiques qui peuvent être utilisés sont les fumiers et les lisiers frais ou compostés, les composts commerciaux conformes, le fumier de poule granulé, les farines de plumes ou de sang et les autres fertilisants organiques. L'azote de synthèse et le nitrate de sodium (nitrate de Chili) sont interdits par les normes biologiques canadiennes. Cela dit, le nombre de fertilisants

biologiques commerciaux disponibles sur le marché augmente d'année en année. Avant d'arrêter son choix, une évaluation économique doit être faite pour chaque produit, car la majorité des fertilisants biologiques sont très dispendieux : leur prix peut être de quatre à dix fois celui des engrais conventionnels.

La fertilisation repose généralement sur des fertilisants solides. La fertigation utilise, quant à elle, des produits pouvant être solubilisés. La fertigation biologique demeure très dispendieuse. Les produits liquides qu'elle emploie sont à base d'extraits de poissons ou d'algues mais aussi à base d'extraits de protéines végétales ou même d'acides aminés. Certains de ces produits sont difficiles d'utilisation, car ils bouchent les goutte-à-goutte. Leur pH est très acide ou basique, ce qui demande des installations particulières pour qu'ils puissent être utilisés sans nuire au développement racinaire des fraisiers. Pour arriver à une utilisation efficace de ces produits, de la recherche et de l'adaptation sont encore requises.

| Irrigation Strategies for Organic June Bearing Strawberry (cv. Clery) Improving Nutrient Management (Deschênes et Boivin, 2016). Évaluation de stratégies d'irrigation afin d'améliorer la nutrition minérale de la fraise d'été (cv. Clery) biologique produite sur sol recouvert de paillis de plastique noir (Boivin, Deschênes et Bergeron, 2017). | |
|---|---|
| But | Évaluer l'efficacité des stratégies d'irrigation sur la disponibilité de l'eau et leur impact sur le rendement, en considérant la rentabilité économique. Systèmes d'irrigation testés : 1) un tuyau goutte-à-goutte, 2) deux tuyaux goutte-à-goutte, 3) un piquet arroseur, et 4) deux tuyaux goutte-à-goutte avec fertigation. Les traitements 1 à 3 ne comprenaient aucune fertigation. |
| Faits saillants | Les traitements 2 et 4 ont permis d'humidifier le sol sur toute la largeur de la butte. La fertigation a permis des rendements totaux et des calibres totaux supérieurs en deuxième année. |
| Limites | Étude faite au Québec. Fraises d'été sur butte en plasticulture. Cultivar Clery, deux rangs de fraises sur une butte, densité de plantation 47 280 plants/ha. Sol : loam sablo-argileux. Les épisodes de fertigation correspondaient à des apports de 4 kg N/ha et de 4 kg K/ha les 20 et 27 mai 2016 et à des apports de 3 kg N/ha et de 5 kg K/ha les 3, 10 et 17 juin 2016 (deuxième année). |

| Assessment of Organic Fertilizers Efficacy through the Analysis of Chlorophyll Fluorescence in Apple and Strawberry (Ciesielska <i>et al.</i> , 2016). | |
|---|---|
| But | Évaluer l'efficacité de cinq fertilisants et amendements différents sur l'amélioration de la santé du plant de fraises : 1) fumier, 2) vermicompost, 3) fumier + microorganismes, 4) fumier + extrait d'algues, et 5) fumier + résidus industriels de levure. |
| Faits saillants | Le traitement 5 a donné les meilleures valeurs d'efficacité de conversion photosynthétique, un indicateur qui influence positivement la croissance du plant de fraises. |
| Limites | L'efficacité des traitements a été évaluée à l'aide de la mesure de conversion photosynthétique de la feuille et non sur la base du rendement en fraises. Cultivar Elkat. Rapport de recherche partiel. |

Recherche et expertise sur la fraise biologique

Tableau 2. Liste des projets sur la fraise biologique répertoriés au Québec

| Projet | Chercheur principal | Année | Domaine de recherche |
|--|---|-----------|-------------------------------------|
| Évaluation de biofongicides en bassinage des transplants contre l'antracnose dans la culture de la fraise. | Pierre Lafontaine, Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière (CIEL) | 2017-2019 | Phytoprotection, essais de variétés |
| Production d'une fiche technique répertoriant les méthodes de lutte efficaces et à risques réduits contre les principaux ennemis du fraisier. | Prisme/Phytodata | 2017 | Général |
| Élaboration d'une stratégie de gestion de l'antracnose pour les productions de fraises à jours neutres : du transplant à la récolte (bio et conventionnel). | Hervé Van der Heyden, Phytodata | 2017-2018 | |
| Potential of the Predatory Bugs <i>Orius insidiosus</i> and <i>Nabis alternatus</i> as Biological Control Agents of <i>Lygus lineolaris</i> in Organic Strawberry Field. | Caroline Provost, CRAM | (2018) | Lutte biologique |
| Développement et démonstration de pratiques de lutte intégrée contre la punaise terne dans le fraisier à jour neutre. | Tristan Jobin, AAC | 2017-2019 | |

L'Association des producteurs de fraises et framboises du Québec a publié, en août 2016, un portrait de la recherche sur la fraise au Québec depuis les dix dernières années : [Survol de la recherche sur la fraise au Québec](#). Certains travaux qui y figurent peuvent donner des pistes de solution pour la régie biologique.

Pour le répertoire complet des recherches, consultez le [Bilan des projets de recherche en agriculture biologique 2012-2017](#), qui a été réalisé par le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Ce bilan collige en un seul lieu les projets de recherche, de transfert et de diffusion des connaissances touchant la régie biologique, du début de 2012 au à la fin de mai 2017. Il s'intéresse notamment au secteur des petits fruits, qui inclut les fraises, les framboises, les bleuets et les canneberges.

Experts

| |
|---|
| Carl Boivin |
| Spécialisation : Productions fruitières, gestion de l'eau et conduite culturale |
| Institution : Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) |
| Jean Caron |
| Spécialisation : Irrigation et physique des sols |
| Institution : Département des sols et génie agroalimentaire, Université Laval |
| Daniel Cormier |
| Spécialisation : Productions fruitières |
| Institution : Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) |
| Yves Desjardins |
| Spécialisation : Physiologie végétale et nutraceutique des petits fruits |
| Institution : Département de phytologie, Université Laval |
| Martine Dorais |
| Spécialisation : Horticulture, régie biologique |
| Institution : Département de phytologie, Université Laval |
| Jean Duval |
| Spécialisation : Petits fruits |
| Institution : Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (CETAB+) |
| Annabelle Firlej |
| Spécialisation : Productions fruitières |
| Institution : Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) |
| Valérie Fournier |
| Spécialisation : Lutte biologique, pollinisation des cultures |
| Institution : Département de phytologie, Université Laval |
| Valérie Gravel |
| Spécialisation : Systèmes de productions horticoles durables |
| Institution : Plant Science, Université McGill |
| Barabara Labanowska |
| Spécialisation : Culture biologique |
| Institution : Research Institute of Horticulture, Skierniewice, Pologne |
| Greg M. Loeb |
| Spécialisation : Écologie des insectes et interactions avec les autres organismes |
| Institution : Cornell University, États-Unis |
| Joji Muramoto |
| Spécialisation : Sciences environnementales |
| Institution : University of California, Santa Cruz, États-Unis |
| Eric Sideman |
| Spécialisation : Culture biologique |
| Institution : Maine Organic Farmers and Gardeners Association, États-Unis |
| Arne Stensvand |
| Spécialisation : Maladies fongiques et lutte contre ces maladies dans les cultures de petits fruits |
| Institution : Norwegian Institute of Bioeconomy Research et Norwegian University of Life Sciences, Norvège |
| Sean L. Swezey |
| Spécialisation : Entomologie et gestion intégrée des ennemis |
| Institution : University of California, Santa Cruz, États-Unis |

| |
|---|
| Fumiomi Takeda |
| Spécialisation : Innovation en production, amélioration et protection des fruits |
| Institution : Appalachian Fruit Research Station, USDA, États-Unis |
| Malgorzata Tartanus |
| Spécialisation : Lutte antiparasitaire |
| Institution : Research Institute of Horticulture, Skierniewice, Pologne |
| Stéphanie Tellier |
| Spécialisation : Petits fruits |
| Institution : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) |

Références bibliographiques

- Balzano, R. 2017. *Mustard Cover Crops as Biofumigants for Organic Strawberry Production*. Sustainable Agriculture Research & Education. [en ligne] <https://projects.sare.org/project-reports/fne15-817/> (consulté le 13 novembre 2017).
- Brzozowski, P. et K. Zmarlicki. 2010. *Economics of Organic Apple and Strawberry Production in Poland in the Years*. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 18(2), p. 255–264. [en ligne] [http://www.insad.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full25_2010\(2\).pdf](http://www.insad.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full25_2010(2).pdf).
- Carroll, J., M. Pritts. et C. Heidenreich. 2016. *Organic Production and IPM Guide for Strawberries*. Cornell University. [en ligne] <https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/42890/2016-org-strawberries-NYSIPM.pdf?sequence=5&isAllowed=y> (consulté le 10 octobre 2017).
- CARTV. 2017. *Répertoire des produits biologiques certifiés au Québec*, [en ligne] Conseil des appellations réservées et des termes valorisants. <http://www.produitsbioquebec.info/interroGrandPublicFr.do> (consulté le 9 novembre 2017).
- Ciesielska, J. et al. 2016. *Assessment of Organic Fertilizers Efficacy through the Analysis of Chlorophyll Fluorescence in Apple and Strawberry*. Ecofruit. [en ligne] http://www.ecofruit.net/2016/64_Ciesielska_293bis294.pdf.
- Commission européenne. 2017. Eurostat, Base de données. [en ligne] <http://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/database>.
- Conti, S. et al. 2014. *Effects of Organic vs. Conventional Farming System on Yield and Quality of Strawberry Grown as an Annual or Biennial Crop in Southern Italy*. Scientia Horticulturae, 180, p. 63–71. doi: 10.1016/j.scienta.2014.10.015.
- CRAAQ. 2003. Production de fraises biologiques. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. 35 p. <https://www.craaq.qc.ca/Publications-du-CRAAQ/production-de-fraises-biologiques/p/PABI0003>.
- Demchak, K. 2009. *Small Fruit Production in High Tunnels*. HortTechnology. American Society for Horticultural Science, 19(1), p. 44–49. [en ligne] <http://horttech.ashspublications.org/content/19/1/44.abstract>.
- Deschênes, P. et C. Boivin. 2016. *Irrigation Strategies for Organic June Bearing Strawberry (cv. Clery) Improving Nutrient Management*. IRDA. [en ligne] https://www.irda.qc.ca/assets/documents/conference_bio/posters/poster_fraisesbio.pdf.
- Dorais, M. 2016. *Organic Strawberry Production: a New Sustainable Paradigm*. VIII International ISHS Strawberry Symposium. Québec, p. 64.
- Dumont, F. et C. Provost. 2017. *Combinaison de méthodes de lutte pour contrôler la punaise terne en fraisière*. Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel. [en ligne] <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/LavalLanaudiere/Journeesagricoles2017/Combinaisonmethodesdeluttepourcontrolerlapunaiseterne.pdf>.

Duval, J. et al. 2009. *Utilisation de la luzerne comme plante-piège dans la lutte à la punaise terne en production maraîchère et fruitière biologique*. Club agroenvironnemental Bio-Action. [en ligne]

http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Recherche_Innovation/Legumesdechamps/07BIO19.pdf.

Duval, J. 2018. Communication personnelle. CETAB+.

English-Loeb, G. 2015. *The Use of Native Perennial Wildflowers and Alfalfa Trap Crops to Increase Pollination and Biological Control in Strawberries*. Sustainable Agriculture Research & Education. [en ligne] <https://projects.sare.org/project-reports/gne12-036/> (consulté le 13 novembre 2017).

Fahey, J. W., A.T. Zalcmann et P. Talalay. 2001. *The Chemical Diversity and Distribution of Glucosinolates and Isothiocyanates among Plants*. *Phytochemistry*, 56, p. 5–51. doi: 10.1016/S0031-9422(00)00316-2.

FiBL statistics. 2018. *Organic Area Data for Selected Crops*. [en ligne] <http://statistics.fibl.org> (consulté le 13 novembre 2017).

Firlej, A. 2017. *Produits biologiques pour le contrôle de la punaise terne et de la drosophile*. [en ligne] <https://www.agrireseau.net/petitsfruits/videos/96450> (consulté le 28 novembre 2017).

Firlej, A. et al. 2017. *Les résultats des essais des produits biologiques pour le contrôle de la punaise terne et de l'ail comme répulsif de la drosophile*. IRDA. [en ligne] <https://www.agrireseau.net/documents/95471> (consulté le 28 novembre 2017).

Firlej, A. et F. Vanoosthuyse. 2017. *La drosophile à ailes tachetées, un ravageur des petits fruits au Québec*. IRDA. [en ligne] <https://www.agrireseau.net/documents/96965> (consulté le 13 février 2018).

Forge, T. 2013. *Utilization of Municipal Composts in Organic Agriculture : Emerging Opportunities and Research Needs*. AAC. [en ligne] http://www.compost.org/English/PDF/WRW_2013/BC/Utilization_Municipal_Composts_Organic-Agriculture_T-Forge_AAFC.pdf (consulté le 30 novembre 2017).

Gendreau-Martineau, F. 2018. *Portrait de la production biologique des fraises et framboises au Québec et à l'international – Rapport d'enquête sur le secteur québécois des fraises et framboises biologiques*. CETAB+. [en ligne] www.cetab.org/publications.

Gendron, F. 2016. *Essais de cultures intercalaires dans la culture de fraises et de cucurbitacées*. Club agroenvironnemental de l'Estrie. [en ligne] https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Estrie/J_info_documents/Essai_culture_intercalaire_fraises_cucurb.pdf (consulté le 26 janvier 2018).

Gilbert, P.-A. et J. Painchaud. 2012. *Essais de différentes doses de gluten de maïs comme désherbant dans les cultures de choux et de fraises transplantées*. Rapport final. CETAB+. [en ligne] <https://www.cetab.org/system/files/publications/cetab-rapport-gluten-pour-desherbage-choux-et-fraises.pdf> (consulté le 20 décembre 2017).

- Gouvernement du Québec. 2016. *Profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec*. [en ligne] <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/profil-horticole2016.pdf>.
- Gu, S., W. Guan et J.E. Beck. 2017. *Strawberry Cultivar Evaluation under High-tunnel and Organic Management in North Carolina*. HortTechnology, 27(1), p. 84–92. doi: 10.21273/HORTTECH03559-16.
- Hokkanen, H.M.T., I. Menzler-Hokkanen et M.-L. Lahdenpera. 2015. *Managing Bees for Delivering Biological Control Agents and Improved Pollination in Berry and Fruit Cultivation*. Sustainable Agriculture Research, 4(3), p. 89. doi: 10.5539/sar.v4n3p89.
- Industrie Canada. 2018. Base de données sur les importateurs canadiens. Gouvernement du Canada. [en ligne] <https://www.ic.gc.ca/eic/site/cid-dic.nsf/fra/accueil>.
- Janisiewicz, W.J. et al. 2016. *Dark Period Following UV-C Treatment Enhances Killing of Botrytis cinerea Conidia and Controls Gray Mold of Strawberries*. Phytopathology, 106(4), p. 386–394. doi: 10.1094/PHYTO-09-15-0240-R.
- Kirby, E., M. Brady et D. Granatsein. 2014. *Trends in Washington State Organic Berry Production, Acreage, and Crop Value*. Washington State University Extension Fact Sheet. [en ligne] <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/FS144E/FS144E.pdf> (consulté le 21 décembre 2017).
- Lambert, L. 2017. *Approches pour favoriser la lutte biologique en champ*. Colloque Bio pour tous! CETAB+. [en ligne] https://www.cetab.org/system/files/publications/approches_lutte_biolgique_legumes_petits_fruits_champ_tunnel_liettelambert_biopourtous_cetab_2016.pdf (consulté le 5 octobre 2017).
- Langlois, D. et al. 2010. *Biofumigation - Choix des plantes biofumigantes et méthodes pour lutter contre les nématodes et les pathogènes du sol*. Réseau de lutte intégrée Orléans inc. [en ligne] https://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/langlois-et-al-2010_rapport_biofumigation_plantes-methodes.pdf.
- Leblanc, M., M. Lefebvre et L. Jochems-Tanguay. 2016. *Potentiel d'herbicides en agriculture biologique*. IRDA. [en ligne] <https://www.agrireseau.net/documents/94001> (consulté le 2 février 2018).
- Lefebvre, M., M.L. Leblanc et A.K. Watson. 2017. *Seed Dormancy and Seed Morphology Related to Weed Susceptibility to Biofumigation*. Weed Science, p. 1–16. doi: 10.1017/wsc.2017.66.
- MAAP. 2015. *Moutarde cultivée pour la biofumigation*. Ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches du Nouveau-Brunswick. [en ligne] <http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/10/pdf/Agriculture/MoutardeCultiveeBiofumigation.pdf> (consulté le 21 novembre 2017).
- Nadeau, N. 2014. *Essai de panic érigé en production de fraise en rang natté*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. [en ligne] https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/CentreduQuebec/INPACQ2014/Conferences_INPACQHorticole/comparaisondupanicerigeetdelorge.pdf.

Nes, A. *et al.* 2017. *Cultivars and Cultivation Systems for Organic Strawberry Production in Norway*. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science, 67(6), p. 485–491. doi: 10.1080/09064710.2017.1296490.

Normandin, C. 2015. *Désinfection, parasites et insectes pour les fraises*. Le Bulletin des agriculteurs, Avril. [en ligne] <https://www.lebulletin.com/cultures/desinfection-parasites-et-insectes-pour-les-fraises-71492>.

Ozores-Hampton, M. 2015. *Anaerobic Soil Disinfestation*. Southwest Florida Research & Education Center. University of Florida. <http://swfrec.ifas.ufl.edu/programs/veg-hort/asd/>.

Painchaud, J. 2016. *Production de fraises biologiques : de l'implantation à la récolte pour de bons rendements*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/ChaudiereAppalaches/Espaceconferences/Jacques-Painchaud_conf_fraise_bio_quebec_2016.pdf.

Painchaud, J. 2015. *Fertiguer la fraise à la saveur des producteurs*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. [en ligne] <https://www.agrireseau.net/documents/91540>.

Panico, T. *et al.* 2011. *Consumption of Organic Strawberries in Italy: Demand Analysis*. New mediterranean, 10(3), pp. 11–16. [en ligne] http://www.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/387_11panico.pdf.

Petran, A. *et al.* 2017. *Yield and Quality Characteristics of Day-Neutral Strawberry in the United States Upper Midwest using Organic Practices*. Biological Agriculture & Horticulture, 33(2), p. 73–88. doi: 10.1080/01448765.2016.1188152.

Pickett, C. H. *et al.* 2017. *Long Term Post-Release Impacts of the Introduced Parasitoid Peristenus Relictus (Hymenoptera: Braconidae) on Lygus spp. (Hemiptera: Miridae) Populations in California*. Biological Control. Academic Press, 114, pp. 30–38. doi: 10.1016/J.BIOCONTROL.2017.07.002.

PRISME Consortium. 2016. *Capteurs de spores et suivi de l'inoculum aérien*. [en ligne] <https://prisme.ca/services/capteurs-de-spores/> (consulté le 1^{er} février 2018).

Pritts, M. 2018. Communication personnelle. Cornell College of Agriculture and Life Sciences.

Rysin, O. 2015. *Conventional, Organic and Compost Based Strawberry Production Budgets Updated March 2015*. [en ligne] <https://strawberries.ces.ncsu.edu/2015/03/conventional-organic-and-compost-based-strawberry-production-budgets-updated-march-2015/>.

Samtani, J. 2016. *Non Chemical Methods of Weed Control in Strawberry Annual Plasticulture System*. Sustainable Agriculture Research & Education. [en ligne] <https://projects.sare.org/project-reports/gs15-150/> (consulté le 13 novembre 2017).

Shennan, C. *et al.* 2016. *Anaerobic Soil Disinfestation (ASD): a Strategy for Control of Soil Borne Diseases in Strawberry Production*. Acta Horticulturae, (1137), p. 113–120. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1137.16.

- Sideman, E. 2009. *Organic Strawberry Production*. Maine Organic Farmers and Gardeners Association. [en ligne] <http://www.mofga.org/LinkClick.aspx?fileticket=nIEYWEg3DGs=&tabid=133> (consulté le 10 octobre 2017).
- Sideman, E. 2018. Communication personnelle. Janvier 2018. Maine Organic Farmers and Gardeners Association.
- Skovsted, E. 2017. *An Enterprise Analysis of Three Organic Strawberry Production Systems in Northeastern Vermont*. Sustainable Agriculture Research & Education. [en ligne] https://projects.sare.org/sare_project/fne16-858/?ar=2016 (consulté le 13 novembre 2017).
- van Sterthem, A. 2013. *Influence des minis tunnels sur le développement et la productivité des fraisiers aphotopériodiques*. Mémoire de maîtrise Université Laval.
- van Sterthem, A. et al. 2017. *Use of Low Tunnels to Improve the Productivity of Dayneutral Strawberry Plants under the Quebec Climatic Conditions*. Acta Horticulturae, 1156, p. 555–561. doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1156.82.
- Swezey, S.L., D.J Nieto et J.A. Bryer. 2007. *Control of Western Tarnished Plant Bug Lygus hesperus Knight (Hemiptera: Miridae) in California Organic Strawberries using Alfalfa Trap Crops and Tractor-Mounted Vacuums*. Environmental entomology, 36(6), p. 1457–65. [en ligne] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18284774> (consulté le 6 février 2018).
- Thireau, C., M. Lefebvre et A-M Fortier. 2015. Évaluation de l'efficacité de cinq biopesticides contre Botrytis cinerea dans la fraise. Consortium PRISME. [en ligne] <https://prisme.ca/wp-content/uploads/2016/11/PHYD1-13-18RF-botrytis-fraise-2015.pdf> (consulté le 17 novembre 2017).
- USDA. 2017. *2016 Certified Organic Survey*. United States Department of Agriculture. [en ligne] http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/OrganicProduction/OrganicProduction-09-20-2017_correction.pdf.
- Villeneuve, C. 2014. *Adaptation du panel intercalaire*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. [en ligne] https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Estrie/J_info_documents/EstrieIntercaire.pdf (consulté le 6 février 2018).
- Villeneuve, S. 2012. *Contrôle mécanique de la punaise terne dans la culture de fraises sur rangs natés en régie biologique à l'aide d'une faucheuse rotative*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. [en ligne] https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Recherche_Innovation/Petitsfruits/10INNO316.pdf (consulté le 25 janvier 2018).
- Weill, A. et al. 2017. *Contrôle des mauvaises herbes : l'expertise des producteurs*. CETAB+. [en ligne] https://www.cetab.org/system/files/publications/2017-01-25_desherbage_journee_bio_terrebonne.pdf.
- Willer, H. et J. Lernoud. 2018. *The World of Organic Agriculture – Statistics & Emerging Trends 2018* [en ligne]. <https://shop.fibl.org/CHde/mwdownloads/download/link/id/1093/?ref=1>.