La sélection pour les grandes cultures biologiques au Canada

Survol des activités de recherche de la Grappe scientifique biologique

Publié en mars 2020

Les producteurs de grandes cultures biologiques sont constamment en quête de moyens d'améliorer leurs rendements. La génétique des plantes cultivées a un effet notable sur leur croissance, leur rendement, leur réponse aux stress et leurs attributs qualitatifs. Chercheurs et sélectionneurs reconnaissent que les besoins et intérêts des agriculteurs biologiques peuvent différer de ceux des agriculteurs conventionnels. Ils tentent maintenant de déterminer s'il y a un avantage à faire de la sélection spécifiquement pour les systèmes de production biologiques. Ces dix dernières années, ceux qui ont participé aux trois Grappes scientifiques biologiques ont exploré des approches de sélection de cultivars adaptés à la régie biologique. Ils se sont intéressés aux coûts et aux avantages de la sélection biologique ainsi qu'aux retombées potentielles des cultivars ainsi créés pour l'industrie. Plus précisément, ils s'efforcent de répondre à trois questions :

1. Les cultivars sélectionnés en régie conventionnelle, avec beaucoup d'intrants, s'épanouissent-ils en régie biologique?

2. Vaut-il la peine de sélectionner des cultivars en conditions biologiques pour les fermiers biologiques?

3. Est-il utile de faire participer les fermiers biologiques au processus de sélection?

DÉFINITION

La sélection classique ou traditionnelle est une sélection qui repose sur la sélection de phénotypes (caractères apparents), des essais de terrain et des méthodes statistiques pour développer des variétés ou des races ou distinguer des individus supérieurs au sein d'une population. Les étapes d'une sélection classique sont les suivantes : production d'une variabilité génétique dans des populations pour faire apparaître des caractéristiques intéressantes par croisement (ou constitution de populations de départ génétiquement variées), sélection phénotypique parmi des individus génétiquement diversifiés en fonction de caractéristiques intéressantes et stabilisation des lignées sélectionnées pour former un cultivar ou une race unique et reconnaissable. La sélection classique n'exclut pas l'utilisation d'information génétique ou génomique pour évaluer plus précisément les phénotypes, toutefois l'accent doit être placé sur la sélection d'organismes complets.

LES DÉFIS DE LA SÉLECTION BIOLOGIQUE

La nature, au Canada, offre une grande variété de paysages. Les sols, le climat et la pression des ravageurs diffèrent beaucoup d'une région à l'autre, voire d'un champ à l'autre. Les écosystèmes naturels comprennent d'innombrables plantes génétiquement adaptées à leur niche environnementale, ce qui leur confère un avantage concurrentiel sur les autres plantes. Il en va autrement dans les champs cultivés : un unique cultivar d'une seule espèce couvre généralement toute la surface.

Avec l'évolution de la sélection et de la production des semences au XXe siècle, les agriculteurs ont pris l'habitude de choisir les meilleurs cultivars issus d'essais de performance menés dans leur région. Ces cultivars ont été majoritairement développés et testés dans des conditions de grande fertilité, de faible pression des mauvaises herbes et de sol moyen. Bien qu'ils soient adaptés au climat régional, ils sont aidés par des fertilisants et des pesticides dans les nombreuses niches qui peuvent exister dans un champ ou au sein d'une même région.

Les grandes cultures biologiques souffrent typiquement d'une fertilité inférieure des sols (ou d'un calendrier de disponibilité des nutriments différent), d'une concurrence accrue des mauvaises herbes – gérée par travail du sol – et d'un nombre restreint d'options de lutte contre les insectes ou les maladies. Les fermiers biologiques ont dû composer avec des cultivars sélectionnés dans des conditions non biologiques. Cela signifie que même en régie de production et de récolte biologique, leurs cultivars de grandes cultures n'étaient pas sélectionnés en régie biologique. Il se pourrait que ces cultivars, sélectionnés dans des systèmes de production incluant des engrais et des pesticides de synthèse, aient du mal à se développer en régie biologique, où ces intrants sont interdits.

L'agriculture biologique utilise les rotations culturales et le désherbage mécanique pour contenir les mauvaises herbes,

LE SAVIEZ-VOUS?

La production d'un nouveau cultivar suivant une approche classique requiert environ 10 saisons de végétation et 1 million de dollars de budget!

ou encore la capacité intrinsèque de la culture à les réprimer. On s'attend en quelque sorte à ce que les cultures biologiques se défendent toutes seules. Dans ce cas, les cultivars sélectionnés de manière conventionnelle pourraient ne pas convenir. En fin de compte, les fermiers biologiques n'ont pas eu accès à des variétés de semences optimisées pour leurs environnements d'agriculture biologique.

L'un des défis des sélectionneurs consiste à trouver un endroit pour développer et essayer de nouvelles lignées culturales suffisamment uniformes pour faire des comparaisons justes. De plus, les sélectionneurs doivent pouvoir y maîtriser toutes les variables, sans engendrer des coûts excessifs. Il a été difficile de mettre sur pied des programmes de sélection pour la régie biologique tant que les conditions maîtrisées et représentatives de l'agriculture biologique requises sont demeurées inaccessibles.

Les programmes de sélection étaient tributaires de l'établissement de terres expérimentales biologiques. Le professeur Martin Entz a dirigé une initiative à l'Université du Manitoba, mettant de côté des terres pour des rotations culturales biologiques afin de fournir une plateforme aux programmes de sélection.

D'autres terres biologiques ont été créées à l'Université de l'Alberta avec le professeur Dean Spaner, et à l'Université de la Saskatchewan avec le professeur Pierre Hucl. Les programmes ont ensuite bénéficié du soutien des fermiers biologiques participants, qui ont offert leurs champs pour des essais. Les sélectionneurs ont testé les lignées des uns et des autres dans différentes conditions de croissance, ce qui a donné lieu à une véritable collaboration, essentielle pour le développement d'un programme de sélection.

Une autre difficulté de la sélection végétale réside dans la déconnexion qui peut exister entre les agriculteurs et les programmes de sélection. L'agriculture biologique a parfois besoin de caractéristiques auxquelles les sélectionneurs ne pensent pas intuitivement.

Il est de surcroît difficile de simuler des aspects des systèmes de production biologiques telles la fertilité et la biologie des sols et la distribution des mauvaises herbes sur une petite parcelle expérimentale. Des travaux de recherche préliminaires indiquent que le processus de développement variétal pourrait être amélioré, voire accéléré, grâce à la participation des fermiers. Au lieu de chercheurs faisant de la sélection à un nombre limité d'endroits par année, de nombreux fermiers pourraient faire de la sélection à de nombreux endroits. Cette participation au processus de sélection permet l'évaluation de géniteurs de plantes cultivées dans divers environnements. Elle permet également aux fermiers d'acquérir des compétences d'observation ainsi que des connaissances sur la plante qu'ils produisent[1].

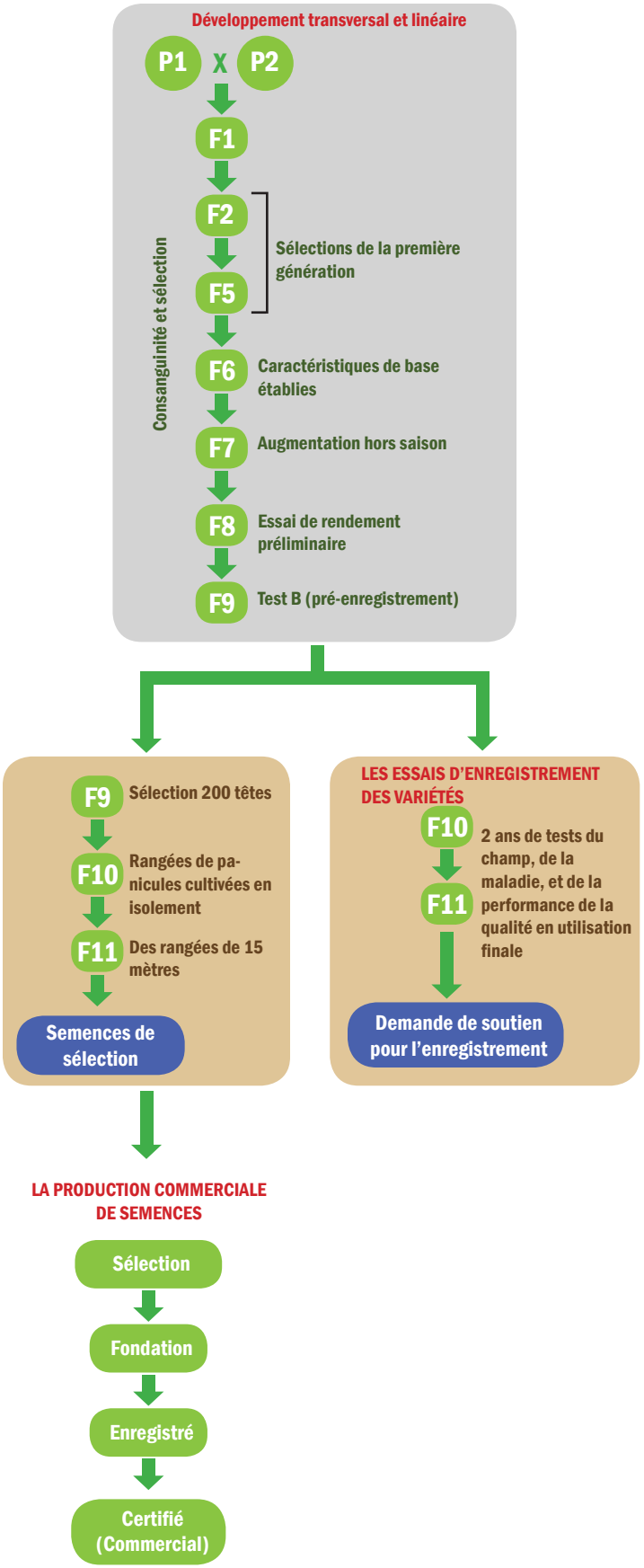

Figure 1 : Programme de sélection et enregistrement variétal schématisés

VAUT-IL LA PEINE DE SÉLECTIONNER DES CULTIVARS EN CONDITIONS BIOLOGIQUES POUR LES FERMIERS BIOLOGIQUES?

Les avantages potentiels de la sélection pour la régie biologique sont déjà relativement bien admis[2]. La sélection et le développement de nouveaux cultivars peuvent s'avérer très longs et très coûteux : le processus s'étend souvent sur plus de 10 saisons de pousse et son coût total atteint le million de dollars. Ainsi, la sélection pour l'agriculture biologique requiert un engagement et des investissements à long terme. Il doit être clair qu'il existe un avantage à effectuer de la sélection spécifiquement pour la régie biologique au Canada, plutôt que d'utiliser des cultivars développés en régie non biologique.

Le professeur Dean Spaner, l'un des chefs de file canadiens de la sélection de blé pour les Prairies, s'est penché sur le sujet avec son équipe de recherche. Ils ont établi que « (…) la sélection indirecte (lors d'essais en agriculture conventionnelle) de blé de printemps destiné à la production biologique ne permettrait pas d'obtenir les meilleures lignées possible dans un programme de sélection. Par conséquent, la sélection du blé de printemps pour l'agriculture biologique devrait être effectuée sur des terres exploitées en régie biologique[3] ». Des avantages similaires ont été observés par Wiebe et coll. (2017) au Manitoba; ils ont attribué le rendement supérieur des

Parcelles de sélection de blé biologique à la station de recherche de Glenlea (Université du Manitoba).

DÉFINITION

La sélection phénotypique est le processus qui consiste à choisir, pour les reproduire, des plantes ou des semences en fonction de traits observables résultant de l'interaction de la génétique de la plante et de

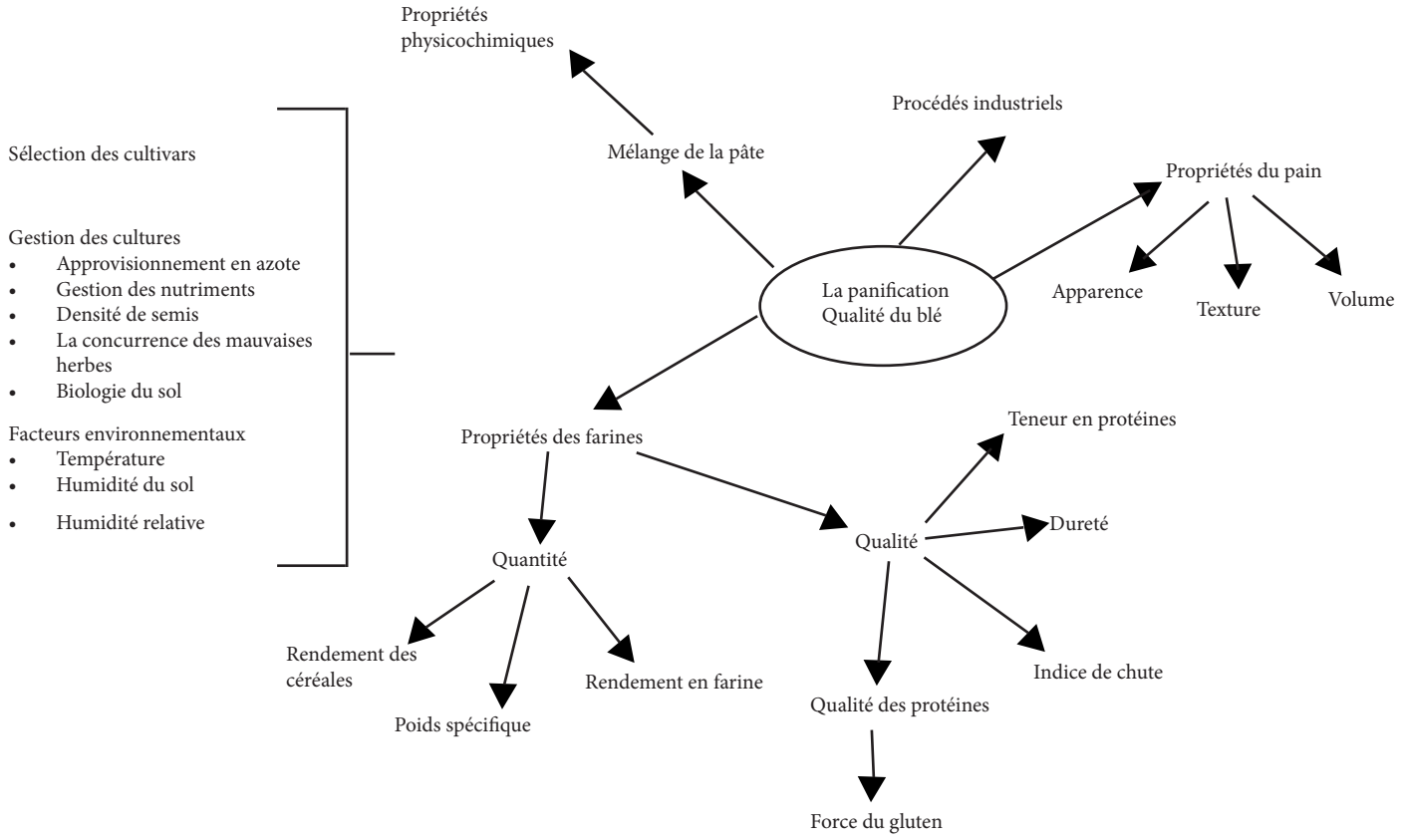

Figure 2 : Organigramme des facteurs déterminants la qualité de panification et influences médiatrices de la sélection du cultivar, de la régie de culture et des facteurs environnementaux. Tiré de Mason et coll. (2011)[4].

lignées biologiques à une meilleure assimilation dans la tête de la plante, bien que la paille des plantes ait été plus courte[5].

PROGRÈS DE LA SÉLECTION D'AVOINE, DE BLÉ ET DE SOYA BIOLOGIQUES

La professeure Jennifer Mitchell Fetch d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) a entamé son exploration des moyens de répondre aux besoins du secteur biologique avec le lancement de la première Grappe scientifique biologique (GSB1) en 2009, axant ses travaux de recherche initiaux sur la sélection d'avoine en régie biologique. L'objectif global de ces travaux consistait à fournir aux producteurs, transformateurs et consommateurs de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux, entre autres utilisateurs finaux, des cultivars d'avoine supérieurs pour les Prairies[6]. Le programme de la Grappe scientifique biologique nécessite la collaboration et la contribution de partenaires de l'industrie pour appuyer les programmes de sélection.

Les semences obtenues à partir des croisements de départ subissent plusieurs années de sélection dans de petites parcelles afin de distinguer les lignées qui expriment des caractéristiques prometteuses, candidates aux essais de préenregistrement pour le rendement. Les nouveaux cultivars doivent atteindre ou dépasser des normes de performance précises pour être enregistrés. Ces normes portent sur le rendement, les dates d'épiaison et de maturité, la hauteur des plantes, leur résistance à la verse et aux maladies et le poids spécifique. Le grain doit aussi avoir une certaine couleur, être plus ou moins ventru et avoir des teneurs en fibres, lipides, protéines et bêta-glucanes dans des fourchettes préétablies.

La professeure Mitchell Fetch a croisé des lignées non biologiques très performantes et soumis la descendance de ces croisements à des processus de sélection biologique et conventionnelle. Les semences issues des lignées qui ont donné les meilleurs rendements et résisté aux rouilles et au charbon ont été choisies pour produire la génération suivante. Le cycle a été répété pendant cinq saisons végétatives et la recherche s'est poursuivie dans le cadre de la GSB2 (2013 – 2018).

C'est ainsi que la chercheuse a développé et enregistré le tout premier cultivar d'avoine adapté à la production biologique, soit AAC Oravena. Obtenu dans des conditions biologiques, ce cultivar exprime d'attrayantes qualités meunières et résiste bien aux maladies, en plus de

LE SAVIEZ-VOUS?
Le génie génétique n'est pas une option pour le développement de semences destinées à la production biologique.

Au-dessus : Kathryn Stanley décrit des essais variétaux d'avoine biologique à la ferme expérimentale d'AAC à Harrington (Île-du-Prince-Édouard).

La sélection d'avoine biologique requiert une évaluation

donner de bons rendements en agriculture biologique. Ce cultivar a été commercialisé sous licence par Grain Millers Canada Corp., qui s'est chargée des stades de production semencière commerciale conduisant à la semence certifiée, achetable par les agriculteurs. La semence certifiée a été mise sur le marché au printemps de 2018. Un deuxième cultivar d'avoine biologique a ensuite été enregistré, soit AAC Kongsore, nommé ainsi en l'honneur de Christian Kongsore, cofondateur de Grain Millers.

Forte de ces résultats prometteurs, la professeure Mitchell Fetch poursuit son amélioration des cultivars utilisés en production biologique avec la GSB3 (2018 – 2023). Elle est optimiste et pense qu'un autre cultivar d'avoine biologique pourrait être enregistré d'ici quelques années. Ses travaux sont soutenus par AAC et des partenaires de l'industrie, notamment Grain Millers Canada Corp., Nature's Path, l'association des cultivateurs d'avoine des Prairies (Prairie Oat Growers Association).

Mais l'avoine n'est pas la seule culture visée par le programme de sélection biologique. Le débat d'origine sur la pertinence d'une sélection végétale visant spécifiquement les systèmes de production biologiques a mené au développement d'un nouveau cultivar de blé sélectionné en conditions biologiques. Les professeurs Stephen Fox et Jennifer Mitchell Fetch ont en effet développé AAC Tradition, enregistré

LE SAVIEZ-VOUS?

Si aucune semence biologique n'est disponible sur le marché, des semences traitées avec des substances permises peuvent être utilisées, à condition qu'elles n'aient pas été génétiquement modifiées.

en 2014 en tant que blé de force rouge du Nord canadien (CNHR). Les céréaliculteurs des Prairies peuvent acheter et cultiver ce blé, qui dépasse de 9 % en rendement et de 5 cm en taille le cultivar de référence des essais d'enregistrement.

Participant à la GSB3, le professeur Istvan Rajcan, de l'Université de Guelph, étudie différentes approches de développement de nouveaux cultivars de soya par sélection végétale à l'intention des cultivateurs biologiques. Le principal objectif de ses recherches est l'acquisition de connaissances sur l'efficience du développement de ces cultivars afin d'optimiser leur compétitivité, leur efficacité et les volumes de production. Cet objectif sera atteint en cultivant des populations de sélection supérieures issues de croisements biparentaux de soya alimentaire sélectionné dans des fermes biologiques et conventionnelles contrastées.

On s'attend à ce que la recherche sur le soya réduise les coûts de production et accroisse la compétitivité et la rentabilité du sous-secteur du soya biologique au Canada. Elle est soutenue financièrement par Grain Farmers of Ontario, Manitoba Pulse and Soybean Growers, la Western Grains Research Foundation, Field Farms Marketing Ltd. et le Conseil biologique de l'Ontario (OCO).

Au-dessus et à gauche : Essais portant sur le soya biologique afin d'évaluer ses schémas de croissance, y compris la formation de ses racines et nodules, en régie biologique comparativement au mode de culture conventionnel.

LA PARTICIPATION DES FERMIERS BIOLOGIQUES AU PROCESSUS DE SÉLECTION EST-ELLE UTILE?

Sur la base des résultats prometteurs fournis par les programmes de sélection, le professeur Martin Entz, de l'Université du Manitoba, souhaitait aller plus loin grâce à un partenariat avec l'Initiative de la famille Bauta sur la sécurité des semences au Canada, programme de Sème l'avenir (anciennement « USC Canada »). Son programme de recherche, mis en œuvre au sein de la GSB2, a fait appel aux fermiers pour la mise en œuvre de la sélection.

La sélection végétale participative est « une collaboration entre le milieu de la recherche et celui de l'agriculture visant à redonner leur place aux fermiers dans le processus de sélection des plantes cultivées »[7]. Elle vise également à développer des cultivars qui répondent à leurs besoins dans des environnements biologiques variés en leur permettant d'être d'importants acteurs du programme de sélection végétale. Le programme leur donne davantage de pouvoir et les aide à concevoir et préserver des semences de leurs propres variétés.

En résumé, le processus participatif implique que le sélectionneur réalise les croisements initiaux et distribue la semence de première génération aux fermiers engagés dans le programme. Les fermiers cultivent le matériel de reproduction végétale, semences ou autre, et sélectionnent les meilleurs semences ou tubercules ainsi obtenus (les meilleurs selon l'évaluation et les critères des fermiers); le processus est répété sur plusieurs années.

La recherche participative du professeur Entz a mobilisé des fermiers de l'Île-du-Prince-Édouard à l'île de Vancouver. En 2014, lui et son équipe ont collaboré avec 44 exploitations agricoles dans pratiquement toutes les provinces canadiennes. Les exploitants ont installé les cultures expérimentales dans de petites parcelles sur leurs propres terres. On leur a demandé de sélectionner des épis (blé), des panicules (avoine) et des tubercules (pomme de terre) résistants aux maladies, vigoureux en début de saison et supérieurs sur le plan du rendement, ces traits devant se maintenir l'année suivante.

DÉFINITION

La sélection végétale participative (SVP) consiste à mobiliser les fermiers dans le programme de sélection en les dotant d'un pouvoir de décision à différents stades du processus. Ils peuvent intervenir au niveau des objectifs et priorités de sélection, de la sélection ou de l'alimentation du germoplasme, de l'hébergement des essais agricoles, du repérage des plantes supérieures pour poursuivre la sélection, de la conception et de l'administration des travaux de recherche, de la commercialisation des lignées sélectionnées, etc.

Loic Dewavrin et Michelle Carkner observant une parcelle de blé en processus de sélection participative aux Cèdres au Québec. (Référence photographique : Yann Vergriete)

Atelier de sélection végétale participative à Freetown (Île-du-Prince-Édouard).

LE SAVIEZ-VOUS?

Les cultivars de semences généalogiques certifiées biologiques (parfois dits « à double certification ») doivent être conformes aux normes de certification biologique la dernière année de production semencière ainsi qu'aux critères de qualité semencière et aux processus de développement des cultivars prévus par le Règlement sur les semences du Canada.

Après trois ans de sélection, les fermiers ont envoyé leur matériel aux chercheurs responsables des essais variétaux. Ces derniers devaient comparer les lignées sélectionnées par les fermiers et les lignées développées par des sélectionneurs à partir de la même réserve de ressources génétiques et de variétés cultivées standard. Ils ont constaté que les premières étaient productives en conditions de culture biologiques.

Les résultats préliminaires ont révélé que les lignées de blé et d'avoine des fermiers donnaient en moyenne de meilleurs rendements que les témoins conventionnels. Les variétés sélectionnées par les fermiers présentaient souvent une résistance aux maladies et une vigueur

Foster Richardson et Natasha Tymo à Mill Bay (Colombie-Britannique), fermiers-sélectionneurs ayant participé à la sélection de populations d'avoine. (Référence photographique : Michelle Carkner)

Mark Bernard et le professeur Martin Entz évaluant la performance de lignées de blé à Freetown (Île-du-Prince-Édouard).

Essais portant sur l'avoine à la ferme expérimentale d'AAC à Harrington (Île-du-Prince-Édouard).

en début de saison supérieures à celles des variétés de référence, distribuées à grande échelle et sélectionnées de manière conventionnelle. Ils ont également sélectionné des plantes plus grandes que les témoins conventionnels.

Les résultats de l'activité du professeur Entz ont montré que la participation des fermiers à la sélection végétale peut aider la recherche à développer de nouvelles lignées mieux adaptées aux conditions de l'agriculture biologique.

L'AVENIR DE LA SÉLECTION DANS LES GRANDES CULTURES BIOLOGIQUES

Les travaux de recherche soutenus par la GSB et les sources de financement complémentaires ont permis de démontrer que les cultivars obtenus dans des conditions biologiques sont plus à même de prospérer dans un environnement biologique.

Avec deux cultivars d'avoine et un cultivar de blé déjà développés et enregistrés, les agriculteurs biologiques peuvent espérer un plus grand choix de cultivars d'ici quelques années. La sélection en régie biologique cerne des traits qui améliorent la qualité et la productivité dans les systèmes de production à intrants réduits. Ces traits peuvent aussi intéresser les fermiers non biologiques qui souhaitent réduire l'utilisation d'intrants. La sélection de tels traits augmente la diversité génétique dans les populations des programmes de sélection, ce qui peut s'avérer précieux, car les environnements de culture et les intrants changent[8].

Les programmes de sélection végétale participative ont prouvé que les agriculteurs peuvent apporter une contribution majeure au processus de sélection. Pour les sélectionneurs, ils sont l'occasion de renforcer leurs relations avec les exploitants et d'approfondir leur compréhension des conditions de culture et des intérêts de ceux-ci.

Réciproquement, les agriculteurs participants renforcent leurs compétences d'observation des cultures et de sélection de cultivars adaptés à leur ferme. De plus, la contribution de partenaires de l'industrie a été essentielle à cette recherche, non seulement sur le plan financier, mais aussi dans le travail effectué avec les sélectionneurs pour cerner les caractéristiques qui rendront les céréales étudiées propices à la transformation.

L'histoire du programme de sélection biologique du Canada en est une de collaboration entre sélectionneurs, chercheurs, fermiers et transformateurs.

PARTENAIRES DE L'INDUSTRIE

À PROPOS DE LA GSB

Ce magazine présente des résultats de recherche de la Grappe scientifique biologique (GSB), programme dirigé par la Fédération biologique du Canada en collaboration avec le Centre d'agriculture biologique du Canada de l'Université Dalhousie. La Grappe scientifique biologique III (GSB3) est soutenue financièrement par le programme Agri-science du Partenariat canadien pour l'agriculture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, un investissement des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, et plus de 70 partenaires du secteur agricole. Pour en savoir plus sur la GSB, visitez le site du Centre d'agriculture biologique du Canada.

RESSOURCES

Dey, A., et coll. Canadian Organic and Ecological Plant Breeding Priorities for Vegetable Crops : 2018 Survey Report, L'initiative de la famille Bauta sur la sécurité des semences au Canada et Centre for Sustainable Food Systems de l'Université de la Colombie-Britannique, 2018, http://www.seedsecurity.ca/images/survey-report/2018-Survey-Report-Canadian-Organic-and-Ecological-Plant-Breeding-Priorities.pdf

IFOAM – Organics International (Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique). Compatibility of Breeding Techniques in Organic Systems, exposé de principes, 2017, https://www.ifoam.bio/sites/default/files/position_paper_v01_web_0.pdf

IFOAM. The Use of Organic Seed and Plant Propagation Material in Organic Agriculture, 2011, https://www.ifoam.bio/sites/default/files/position_seeds.pdf

Université du Manitoba. « Participatory Plant Breeding for Canadian Organic Crop Production », site Natural systems agriculture, http://www.umanitoba.ca/outreach/naturalagriculture/ppb.html

Centre d'agriculture biologique du Canada de l'Université Dalhousie. « Seed Production and Plant Breeding for Organic Agriculture », https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/en-home/resources/seed-breed.html

Institut canadien des semences. Bibliothèque de documents (Loi sur les semences, Règlement sur les semences, Arrêté sur les graines de mauvaises herbes, Tableaux des normes de catégories). https://csi-ics.com/fr/biblioth%C3%A8que-0

Endnotes

1 Centre d'agriculture biologique du Canada – Grappe scientifique biologique II : Approches participatives en sélection des végétaux et production de semences pour la production des cultures biologiques canadiennes

2 van Bueren, E. T. L., et coll. « The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: a review », NJAS – Wageningen Jounal of Life Sciences, 2011;58:193 – 205.

3 Reid, T.A., et coll. « Should spring wheat breeding for organically managed systems be conducted on organically managed land?", Euphytica, 2009;169:239-52, doi.org/10.1007/s10681-009-9949-9

4 Mason, H., et coll. « Does growing Canadian Western Hard Red Spring wheat under organic management alter its breadmaking quality? », site Renewable Agriculture and Food Systems, 22(3); 157-167, 2006, https://doi.org/10.1017/S1742170507001688.

5 Wiebe, L., S.L. Fox et M.H. Entz. « Organic selection may improve yield efficiency in spring wheat: a preliminary analysis », Canadian Journal of Plant Science, 97(2) : 298-307, 2017, https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0141.

6 Présentation par Jennifer Mitchell Fetch : https://cdn.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/faculty/agriculture/oacc/en/osc2/OSC2-A.2-Mitchell-Fetch-Presentation-2018.pdf

7 Université du Manitoba : http://www.umanitoba.ca/outreach/naturalagriculture/articles/pdf/ppb_wheat-perform_Feb2015.pdf

8 Centre d'agriculture biologique du Canada – Grappe scientifique biologique II : https://cdn.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/faculty/agriculture/oacc/en/osc2/OSC2-A1-Entz-Presentation-2018.pdf

Le présent bulletin peut être cité comme suit :
Hammermeister, A.M., E. Geldart et M. E. Graves. « La sélection pour les grandes cultures biologiques au Canada », Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie, Truro, Nouvelle-Écosse, 8 pp. https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/en-home/organic-science-cluster/OSCIII.html