

## Les plus récents résultats de la recherche



## Élaboration de stratégies d'amélioration génétique pour les systèmes biologiques de production de soja au Canada

2023

Soumis par le Dr Istvan Rajcan

**L'objectif principal de ce projet était d'acquérir des connaissances sur la manière de développer efficacement, par le biais de la sélection végétale, de nouveaux cultivars de soja pour les producteurs biologiques afin de maximiser la compétitivité, l'efficacité et le volume de production. Cet objectif a été atteint en cultivant des populations de soja issues de croisements biparentaux entre des parents de soja de qualité alimentaire et sélectionnées au cours des générations suivantes dans des exploitations biologiques (B) et conventionnelles (C) différentes.**

Pour la première fois, une description détaillée des performances comparées des cultivars de soja cultivés dans des systèmes de production biologiques et conventionnels sur plusieurs années et dans différents lieux est mise à la disposition du secteur de l'agriculture biologique, en particulier pour le Canada.

### Objectifs :

**1.** Cultiver les lignées de soja F7, F8 et F9 issues de populations de sélection (croisements) qui sont le résultat de la sélection sur des fermes biologiques et conventionnelles dans le cadre d'essais de rendement répétés sur deux sites de culture biologique en Ontario.

**2.** Cultiver des lignées et des cultivars de soja à maturation précoce sélectionnés dans le cadre des programmes de Guelph et du Manitoba dans plusieurs emplacements biologiques au Manitoba.

**3.** Évaluer la compétitivité contre les mauvaises herbes, la morphologie des racines et d'autres caractéristiques agronomiques, y compris le rendement, dans les essais susmentionnés afin de déterminer les " gagnants " dans les systèmes de production biologiques par rapport aux systèmes conventionnels.

**4.** Caractériser les traits phénotypiques qui conduisent aux génotypes gagnants dans des systèmes de production contrastés. Isoler l'ADN et effectuer une analyse moléculaire à l'aide de marqueurs de polymorphisme mononucléotidique (SNP) par génotypage par séquençage (GBS) pour caractériser les régions génomiques associées au rendement, aux caractères agronomiques, morphologiques et physiologiques entre les systèmes de production B et C.

### Résultats :

Les essais de cultivars ont été menés en Ontario en 2019, 2020 et 2021 sur les sites des champs B et C, comme décrit ci-dessous. Ils comprenaient 52 cultivars dans les groupes de maturité 0 et 1.

En 2019, les essais de cultivars ont été faits sur des sites conventionnels à Elora et Woodstock et sur des sites biologiques à New Hamburg et Arthur, en Ontario. En 2020, 52 cultivars des groupes de maturité 00 à 1 ont été cultivés dans des environnements C et B. Les échantillons prélevés lors des essais sur le terrain en 2020 ont été traités et



analysés. L'objectif de ces essais était d'accéder à la surface des racines, à la masse sèche des nodules et au rendement. Des échantillons de racines de chaque cultivar ont été prélevés à l'aide d'un carottier.

Le rendement en semences des 52 cultivars dépendait du système de production. Certains cultivars sont plus performants dans les systèmes de production B et d'autres dans les systèmes de production C.

En 2021, des essais en plein champ ont été réalisés au Manitoba dans la vallée de la rivière Rouge, à l'est (Glenlea) et à l'ouest (Carman), dans le cœur de la culture du soja manitobain. Les deux sites étaient en production B, car les ressources, y compris les sources de semences, étaient limitées, ce qui a empêché de les faire utiliser dans des essais en plein champ B et C. Malgré une sécheresse et une chaleur extrêmes, les expériences ont été menées avec succès, offrant une excellente occasion d'évaluer le soja dans des conditions de stress hydrique et thermique.

En 2021, en Ontario, l'essai de cultivars composé de 52 cultivars de soja a été planté sur deux sites B à New Hamburg et Rockwood et deux sites C à Elora et Woodstock, en Ontario.

Les résultats de 2021 ont montré qu'il y avait un effet significatif ( $p < 0,01$ ) du type de production (B vs C) pour les caractères suivants :

Teneur en azote (N) des tissus foliaires : La teneur en azote des cultivars diffère d'un cultivar à l'autre ainsi qu'entre les environnements B et C.

Teneur en phosphore (P) des tissus foliaires : Les cultivars diffèrent significativement entre eux, mais dans l'ensemble, ils accumulent moins de P dans les systèmes B que dans les systèmes C.

Teneur en potassium (K) des feuilles : Alors que le type de production était significativement différent entre B et C, les cultivars ne différaient pas entre eux en ce qui concerne la teneur en K.

Des cartes de liaison ont été générées à l'aide de marqueurs d'ADN produits par génotypage par séquençage (GBS) afin d'être utilisées pour l'analyse des LCQ (locus de caractères quantitatifs). Les LCQ sont des régions génomiques sur les chromosomes du soja qui sont associées à la performance de la plante pour



différents traits observés entre les environnements B vs C. Il est prévu que nous découvrirons certains LCQ spécifiques à l'environnement B, certains QTL spécifiques à l'environnement C et certains LCQ universels pour le rendement et d'autres caractéristiques dans la comparaison entre les environnements B et C.

Le rendement entre les environnements B et C diffère significativement entre les cultivars étudiés. Certains cultivars semblaient particulièrement adaptés au B (OAC Acclaim, OAC Strive, DH4173, Panorama, et Tala) et d'autres au C (OAC Prodigy, OAC Ginty, S05-T6, OAC 13-05C, OAC 13-61C-ChCdn et OAC Malory). Cependant, plusieurs cultivars ont montré une adaptation stable et une performance supérieure à la fois en B et en C, tels que : OAC Wallace, DH530, OAC Drayton, OAC Bounty, OAC Eve et OAC Prescott. Ces résultats suggèrent que la mise à l'essai de cultivars et de populations de sélection sur des sites biologiques pourrait mener au développement de nouveaux cultivars de soja spécifiquement adaptés aux systèmes de production biologique et pouvant être cultivés par des agriculteurs biologiques.

Les lignées consanguines recombinante (LCR) étaient composées de deux populations LCR F7 comme suit : Pop 1 : 131 avec des LCR provenant du croisement OAC Sunny x S05-T6, et Pop 2 avec 146 LCR provenant du croisement OAC Calypso x DH618. Ces populations ont été développées en croisant des paires de parents de soja de qualité alimentaire, OAC Sunny x S05-T6 et OAC Calypso x DH618, respectivement. L'objectif des croisements réalisés dans le cadre d'un projet antérieur était de les exposer aux environnements B et C pendant la sélection, plutôt que d'étudier des cultivars finis qui n'ont été sélectionnés et développés que dans un environnement C. Cela nous a permis d'étudier comparativement l'impact de la sélection dans un environnement B par rapport à un environnement C, de déterminer si le système de production affectait les sélections effectuées et, en outre, quelle génétique sous-jacente en termes de LCQ était responsable de la sélection différentielle.

En 2021, les deux populations de LCR ont été cultivées dans les mêmes champs de l'Ontario dans les systèmes de production B et C que les essais de cultivars, biologique à New Hamburg et Rockwood et conventionnel à Elora et Woodstock. Les problèmes rencontrés dans les sites de production biologique (en laissant tomber Rockwood) ont été les mêmes que ceux décrits ci-dessus pour les essais sur les cultivars. Cependant, toutes les données ont pu être collectées à l'exception du rendement sur le site B de New Hamburg, alors que les deux sites C ont fourni des données pour tous les caractères observés.

Les échantillons d'ADN ont été envoyés à l'Université Laval pour le génotypage par séquençage (GBS) à l'automne 2022 et les données sur les marqueurs ont été reçues en janvier 2023. Les données GBS ont été filtrées pour l'ensemble des 285 génotypes des Pop 1 et Pop 2, y compris les quatre génotypes parentaux. Les données GBS seront utilisées pour cartographier les LCQ pour le rendement, les caractères agronomiques et physiologiques, y compris les caractères racinaires. Nous nous attendons à ce que de nombreux LCQ pour le rendement, les caractères agronomiques et physiologiques diffèrent dans les populations LCR entre B et C.

### Impacts :

1. Les résultats fournissent aux producteurs de soja biologique des informations précieuses sur l'adaptation des cultivars de soja commercial actuels au système de production de soja biologique dans leurs champs dans deux provinces, l'Ontario et le Manitoba.
2. De nouvelles connaissances sur le contrôle génétique comparatif du rendement et des caractéristiques agronomiques dans les systèmes de production conventionnels et biologiques. Les sélectionneurs de plantes bénéficieront de la connaissance des régions (LCQ) des chromosomes du soja qui déterminent le rendement élevé dans les systèmes de production B et C.

Pour plus d'informations, consultez la page web de l'activité 2 de l'OSC3 et/ou [DAL.CA/OACC/OSCIII](https://dal.ca/oacc/osciii) & <https://organicfederation.ca/organic-science-clusters/>

### Chercheurs de l'activité :

Dr Istvan Rajcan (Co-PI, Université de Guelph)  
Dr Martin Entz (Co-PI, Université du Manitoba)  
Ralph Martin (Département d'agriculture végétale, Université de Guelph)  
M. Xin Lu (candidat au doctorat dans le laboratoire de M. Rajcan, Université de Guelph)  
Mme Samantha Curtis (étudiante en maîtrise dans le laboratoire du Dr Entz à l'Université du Manitoba)

### Partenaires contributeurs :

