

# Développement de semences de maïs d'alimentation humaine et animale adaptées à la région biologique du Québec, une approche participative

## Projet no.12-INNO1-16 - Année 2015 – Rapport final

30/12/2015

Nom du demandeur : La Coop Agrobio du Québec

Date de fin prévue du projet : 31 janvier 2016



## Table des matières

---

Mise en contexte .....	3
Déroulement des travaux .....	3
Protocole et dispositif .....	3
Travaux 2015.....	4
Parcelle d’observation et d’amélioration en pollinisation contrôlée à Les Cèdres. ....	4
Parcelles chez les producteurs agricoles.....	6
Résultats 2015.....	7
Populations de maïs à pollinisation ouverte (Populations et Croisements).....	7
Lignées Pures .....	16
Hybrides .....	16
Photos des populations et des variétés hybrides .....	19
Promotion et Visibilité .....	20
Conclusion.....	21
Poursuite du projet .....	23
Annexes.....	25

## Mise en contexte

---

La production de maïs biologique au Québec est entièrement tributaire de l'utilisation de semences provenant de l'extérieur. Une majorité de ces semences a été développée sous régie conventionnelle dans des conditions différentes de celles trouvées dans la province. Elles ne sont donc pas nécessairement adaptées à la régie biologique, aux différentes régions pédoclimatiques du Québec et à la pression de nos mauvaises herbes. De plus, ces semences présentent de manière inquiétante de la contamination OGM. Effectivement, des tests PCR effectués sur les semences de maïs depuis les cinq dernières années démontrent que la contamination OGM est présente autant dans les semences "conventionnelle sans OGM ni traitement" que dans celles de certification biologique.

### Objectif général

Développer de nouvelles variétés de maïs (lignées pures, hybrides et à pollinisation ouverte) pour le Québec via un partenariat producteur-phytogénéticien et comparer la valeur d'une telle approche participative à l'approche conventionnelle). De plus, ces travaux visent à investiguer les techniques de production de semences qui répondent à une problématique spécifique de l'industrie des semences biologiques.

### Objectifs spécifiques

- Développer des variétés de maïs à pollinisation ouverte pour l'alimentation humaine bio (snack food et latino-américains)
- Développer des lignées pures ayant pour fin la production d'hybrides de maïs pour l'alimentation animale bio.
- Comparer la robustesse et la tolérance aux stress des génotypes des maïs sélectionnés par les producteurs en régie biologique versus les maïs sélectionnés par les phytogénéticiens dans les parcelles de recherche sous des régies conventionnelles et biologiques.
- Former des producteurs et des agronomes dans des modèles spécifiques d'amélioration participative de maïs

## Déroulement des travaux

---

### Protocole et dispositif

---

En 2015, la Coop a poursuivi son programme d'amélioration de populations de maïs OP et de lignées pures sous régie biologique afin que les plants sélectionnés subissent des conditions similaires à celles retrouvées au Québec. Pour ce faire, nous avons réalisé une parcelle de pollinisation contrôlée sous régie biologique aux Fermes Longprés à Les Cèdres. Sur le même site, nous avons aussi fait des essais de rendement pour de nouveaux hybrides développés pour la régie bio par le Dr. Lana Reid, phytogénéticienne et spécialiste du Maïs à Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC).

Afin de tester la plupart de nos populations OP et d'en connaître les rendements en conditions de régie bio, une parcelle d'essai en région moyenne (UTM représentative des fermes de la Coop) a été réalisées chez un producteur de la Coop. La récolte obtenue permettra aussi de réaliser un essai sur le marché.

Un autre producteur de la Coop a réalisé des parcelles d'essai en région limitrophe (UTM basse) afin de tester cinq populations de maïs OP dont les données accumulées nous indiquent des maturités précoces et des caractéristiques intéressantes.

Finalement, deux autres producteurs ont réalisé une parcelle de multiplication d'une population de maïs OP prometteuse (Wapsee) dans le but d'en connaître le rendement au champ, d'en augmenter nos réserves de semences et d'en faire un essai sur le marché.

Les travaux en centre de recherche se sont déroulés sous la supervision du Dr. Reid et de son équipe comprenant des spécialistes en phytopathologie et des techniciens. Tous travaillent pour le centre de recherche de l'est sur les céréales et oléagineux de l'AAC à Ottawa. Ce département spécialisé dans la recherche sur le maïs comprend les locaux situés au bâtiment « 99 » et dispose en outre d'équipements pour l'égrainage des épis, le conditionnement des semences et leur entreposage en milieu contrôlé.

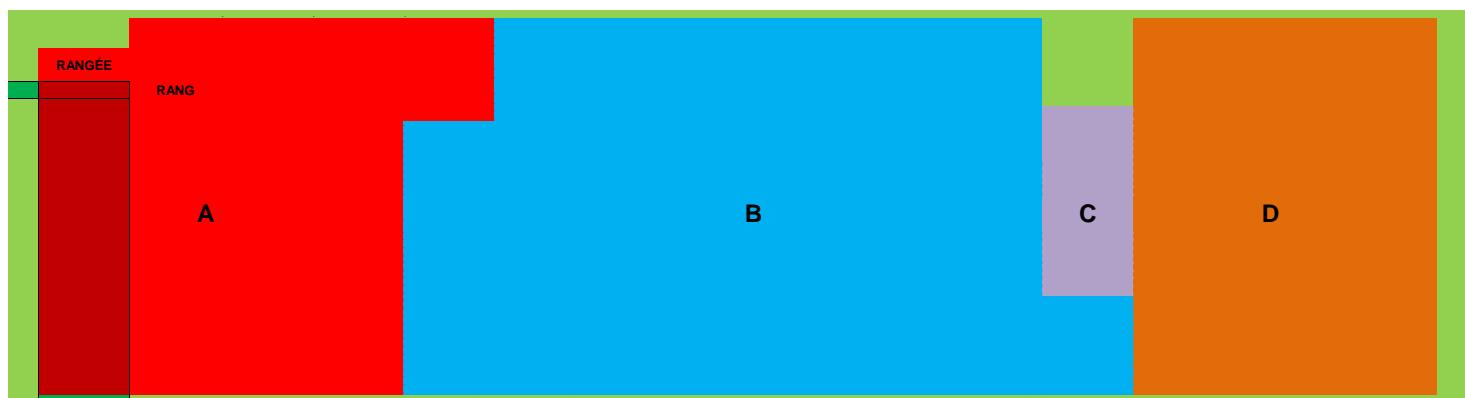
Gabriel Blanchet, Bsc. biologie a coordonné et exécuté directement toutes les opérations d'entretien, de pollinisation et de prise de données de la parcelle à Les Cèdres. Il a aussi appuyé et conseillé les producteurs participants, dans la réalisation de leurs parcelles. Il a ensuite opéré une sélection des épis lors de la récolte et dans le laboratoire du Dr. Reid à Ottawa. Ses connaissances en génétique et en statistique lui permettent de réaliser l'analyse des données accumulées depuis le début du projet et d'aiguiller les producteurs de la Coop dans ce projet.

## Travaux 2015

### Parcelle d'observation et d'amélioration en pollinisation contrôlée à Les Cèdres

#### Choix du site :

En 2015, la parcelle d'observation et d'amélioration en pollinisation contrôlée a été relocalisée sur un nouveau site. En 2013 et 2014, cette dernière était située à Saint-Bruno de Montarville (2950 UTM), sur la Plateforme d'innovation en agriculture biologique de l'IRDA. Cette année elle était établie à Les Cèdres (2900 UTM), chez «Les Fermes Longprés (2009) Ltée.», un membre de la Coop. Deux facteurs importants ont justifié cette décision : d'une part, en 2014 des résultats de rendements nous ont permis de constater qu'il existait une différence importante entre les résultats obtenus à l'IRDA et ceux obtenus à Les Cèdres ; deux répliques d'une même série d'hybrides ont obtenus des classements de performances différents (voir annexes, tableau 4). Les résultats indiquant une performance supérieure pour une variété X par rapport à une variété Y sur le site de l'IRDA était contradictoire avec ceux obtenus à Les Cèdres où la variété Y performait mieux que la variété X. Ce biais dans les informations cumulé à l'IRDA pouvait mener à des décisions erronées dans le choix des variétés utilisées par la Coop. Il fut donc convenu qu'il était préférable de réaliser l'amélioration des variétés sur une ferme en conditions réelles de production plutôt que sur un site de recherche. D'autre part, ce choix a également été motivé par la nécessité de réduire les coûts du projet et ainsi ménager les ressources disponibles afin de permettre une prolongation de la recherche dans le temps, une motivation essentielle dans ce type de projet à long terme, ceci sans compter l'importance de sensibiliser les producteurs à la grande pertinence de la recherche « in situ ».



**Figure 1** : Division de la parcelle 2015; en rouge A. les lignées pures autofécondées (selfings), en bleu B. les variétés à pollinisation ouverte (OP), en violet C. les croisements de variétés OP et en brun D. les hybrides d'AAC. Les dimensions de la parcelle étaient de 34 par 80 mètres (2 720 m<sup>2</sup> ou 0,272 ha), respectivement 44 rangs par 14 rangées soit 616 rangs (20 plants pour les maïs de population et lignées pures et 50 plants pour les hybrides)

La parcelle était divisée en 4 sections (A, B, C, D).

Dans la **section A** on trouvait **6 lignées pures**, soit les quatre lignées F2 semées 2014 en plus de deux nouvelles lignées fournies en 2015 par AAC. Cette section avait 183 rangs d'une longueur de 5 mètres chacun. Il y avait 20 plants de semé par rang. Les lignées pures étaient en amélioration et elles ont subi pour cela une sélection massale très stricte afin que soient éliminés des effectifs de population tous les plants dont le phénotype n'était pas intéressant. Une pollinisation était réalisée par la suite selon la méthode *selfing*, autrement dit, chacun des plants ayant survécu à la sélection était pollinisé par son propre pollen afin que sa descendance puisse exprimer ses gènes délétères non dominants par homozygotie, si ces gènes il y a.

Dans la **Section B** on trouvait **14 populations à pollinisation ouverte**, soit sept de moins qu'en 2014. Cette section avait 310 rangs de 5 mètres avec 20 plants par rang. Le principal objectif du dispositif était d'évaluer le potentiel des populations retenues, les améliorer et dans la mesure du possible, d'en multiplier les semences. Les quantités de semences en possession ne permettant pas d'utiliser celles-ci en parcelles isolées, la seule possibilité de multiplication résidait dans une fécondation manuelle de chacune des rangées de la parcelle. Pour effectuer une fécondation manuelle contrôlée selon la méthode *sibbing*, un sac est placé sur la panicule (croix) dont on désire le pollen afin de récupérer une partie de celui-ci. Ce même sac est placé sur l'épillet dont les soies sont apparentes pour être ensuite secoué pour procéder à la dispersion du pollen. Ce procédé permet d'éviter les risques de pollinisation croisée par des plantes autres que celles sélectionnées ainsi que l'autopollinisation de la plante elle-même. La fécondation manuelle des épillets a été faite selon un principe « *ear to row* » à l'intérieure d'une même population. Des notes précises ont été colligées pour chacune des 14 populations à l'essai concernant l'apparence des plants, leurs tendances à la verse, leurs sensibilités au charbon (*Ustilago maydis*), leurs problèmes génétiques, leurs faiblesses pour des maladies, leurs dates de début et de fin de la période de fécondation, ainsi que toutes autres informations pertinentes à l'évaluation. La sélection des épis en champs s'est faite en suivant les mêmes critères.

Dans la **Section C** on trouvait **2 croisements de variétés à pollinisation ouverte**, soit 3 de moins qu'en 2014. Cette section avait 22 rangs de 5 mètres avec 20 plants par rang. Les populations en étaient à leur quatrième année d'observation et d'amélioration. La pollinisation était réalisée par la méthode *sibbing* entre les plus beaux plants de chacun des croisements.

Dans la **Section D** on trouvait **10 variétés hybrides d'AAC**. Cette section avait 60 rangs d'une longueur de 8,5 m, 50 grains ayant été semés sur chacun des rangs. Chaque variété avait trois répétitions de 2 rangs de large. Ces variétés étaient en observation seulement. Des tests de rendements ont été effectués en plus des observations habituelles.

**Travaux de régie** : Le choix d'implanter la parcelle chez un producteur cette année a permis une régie déterminée et opérée par les producteurs d'une ferme de la Coop, conditionnement favorable à l'amélioration des variétés. Les travaux de régie furent les suivants :

- 2 passages de cultivateur pour la préparation du semis
- Traçage des lignes de semis avec un planteur de 8 rangs de large et un GPS RTK.
- Semis manuel d'une journée, participation de 8 planteurs
- 1 passage de peigne en pré-levée des plants.

- 2 passages de houe rotative (à l'émergence des plants et post-levée)
- 1 passage de sarclieur lourd (GPS RTK)
- 1 billonnage (buttage) avec sarclieur lourd (GPS RTK) + semis de ray-grass dans l'entre-rang
- Récolte début novembre
- Broyage des résidus de culture

Les travaux se sont globalement bien déroulés et nous avons eu une très belle saison au niveau du climat. Seul bémol à la bonne conduite des travaux, 4 rangs de la section D furent durement endommagés lors du billonnage (buttage). Ces rangs ne furent pas pris en compte lors de la prise de données sur les hybrides, laissant deux des dix variétés hybrides (hybrides 4 et 5) avec seulement 2 répétitions. En 2013 et 2014, à St-Bruno, la parcelle avait reçu un amendement de fumier de poulet l'année précédant la culture. Cette année, le précédent cultural du site de la parcelle ne comprenait aucun fumier. Il était pour 2013; une rotation de blé avec trèfle en dérobé, et pour 2014; un pois fourrager dont la repousse après récolte a été détruite le 1<sup>er</sup> novembre. Contrairement à 2013 et 2014, le semis de la saison 2015 a été réalisé plus tôt et en une seule journée grâce à une main d'œuvre plus abondante, un sol plus meuble et de la chaleur plus précoce. Les mauvaises herbes les plus abondantes dans la parcelle à Les Cèdres (moutarde et asclépiade) étaient différentes de celle de Saint-Bruno (herbe à poux et chardon). La parcelle a subi un désherbage manuel au stade 3-4 feuille et une billonnage le 3 juillet. Le champ utilisé était longé à l'est par une haie brise-vent et à l'ouest par une culture de soya. Par devant et derrière, un espace de 10 mètre séparait la parcelle d'une culture de maïs (l'hybride N86 de Pioneer au sud et une parcelle de maïs Wapsee au nord). La pollinisation étant contrôlée sur la parcelle, le risque de contamination était nul.

Pour déterminer la maturité des grains, en 2013 et 2014, des tests d'humidité étaient réalisés par le CÉROM. En 2015, la Coop n'a pas fait appel au CÉROM. Avec les conseils et l'expérience des producteurs, la maturité a été estimée à l'aide de la ligne de lait d'amidon sur le grain et l'apparition du «point noir» à la base du grain (signe d'un pourcentage d'humidité suffisamment faible pour limiter les pertes par le gel). Le poids volumétrique des grains des populations OP et des variétés hybrides a été mesuré. Sur cette parcelle, le rendement a été évalué seulement pour les hybrides. Un échantillonnage de l'hybride commercial (N86 de Pioneer) a pour cette fin, été prélevé à proximité et a subi la même évaluation de rendement à titre de comparable commercial.

## Parcelles chez les producteurs agricoles

---

En 2015, quatre producteurs de la Coop ont implanté des parcelles sur leurs fermes. Chacun avait déjà implanté une parcelle pour le projet sur leur ferme au cours des années précédentes.

### Étienne Tessier, Sainte-Anne-de-la-Pérade, 2 300 UTM : Parcelle d'essai en région limitrophe.

Trois variétés OP parmi les plus précoces sont été mises en essai sur l'une des fermes les plus septentrionales de la Coop. Chacune de ces variétés a été semée en petites parcelles isolées sur la ferme. Le but de l'expérience était de multiplier nos semences et de tester la performance des variétés OP les plus précoces, dans les conditions les plus contraignantes en termes de durée de la période de croissance. Les résultats de cette expérience nous permettront de déterminer quelles variétés pourront ou non être utilisées par l'ensemble des fermes de la Coop.

### Alain Ravenelle, Sainte-Pie, 2 900 UTM : Parcelle de test de rendement.

Le rendement de dix populations OP ont été évalués sur cette ferme. Sur une même parcelle de 1 ha, 4 à 36 rangs ont été semés pour chacune de ces populations en fonction des semences disponibles. Afin de déterminer le rendement, trois échantillons ont été prélevés au hasard pour chacune de ces populations. Pour chaque échantillon, tous les épis sains étaient récoltés sur une distance de 3 mètres sur le rang. Une évaluation du



rendement à l'hectare a été obtenue à partir d'une extrapolation de la masse de grains récoltés en moyenne pour les échantillons de chacune des variétés. Afin d'être comparables, les masses des grains ont été rapportées à des valeurs standardisées à 14% d'humidité (pour plus de détails voir Méthode Rendement en Annexe). Les travaux de régie ayant eu lieu sur cette parcelle, et qui ont certainement affectés les rendements obtenus, ont été opérés par le producteur de la ferme. Le précédent cultural d'une partie de la parcelle était en tournesol et l'autre en soya. La récolte chez ce producteur servira ultimement aux essais de marché.

**Les travaux qui eurent lieu sont les suivants;**

- 1 passage de CLC Pro à l'automne 2014
- 2 passages de CLC Pro au printemps 2015
- 3 passages de cultivateur lourd au printemps 2015
- Une fertilisation/engraisement de 5000 gallons par acre de lisier de porc
- Un semis de maïs le 28 mai
- 1 passage de herse étrille
- 4 passages de houes rotatives doubles
- 1 sarclage Heineken 5000 *cut away* 25 pouces
- 1 sarclage Heineken 6000 + 1 billonnage de 21 pouces
- Une récolte à la moissonneuse batteuse + transport et séchage
- Une récolte manuelle du maïs OP en épis le 13 novembre 2015 + transport et séchage/entreposage

**Pierre Verly, Bromont, 2 600 UTM et Loïc Dewavrin, Les Cèdres, 2 850 UTM : Parcelles de multiplication.**

Le Wapsee, la variété OP la plus avancée, a été multipliée chez ces deux producteurs. La parcelle avait 0,3 ha chez Pierre Verly et a fourni entre 1 et 2 tonnes de grains. Celle chez Loïc Dewavrin avait 0,5 ha et a fourni 2,63 tonnes de grains. Un acheteur potentiel a été identifié pour les grains rouges de cette population, toutefois, nos quantités disponibles à ce jour ne suffisent pas à la demande évoquée et le triage par couleur serait une opération trop onéreuse pour être rentable. Une partie de la récolte a déjà été transformée en farine pour développer le marché auprès distributeurs potentiels et faire connaître le produit.

## Résultats

---

### Populations de maïs à pollinisation ouverte (Populations et Croisements)

- Multiplication, sélection et amélioration de populations OP dans une parcelle de pollinisation contrôlée. La parcelle a été régée sous un mode de production biologique répondant aux normes du Canada. C'est la première année qu'un producteur de la coopérative avait la responsabilité de toutes les opérations culturales. Depuis le début du projet d'amélioration de populations de maïs OP en 2010, la Coop a mis à l'essai trente-six populations différentes (voir tableau 1). En 2013, au début du présent projet, vingt populations faisaient encore partie du projet. En 2015 notre parcelle en comprenait seize en incluant deux croisements (Leclerc 1 et 2) issus de populations encore présentes (Blanc, Grand Cachalut et Salies de Béarn). Suite à la sélection de 2015, les populations de Leaming et de Strawberry ont été éliminées, ce qui nous mène à douze populations et deux croisements de maïs OP. Cette réduction de la liste des populations à l'essai a pour fin de concentrer les efforts de la Coop sur les populations ayant les meilleurs potentiels.

**Tableau 1 :** Liste des variétés OP ayant fait partie du projet depuis son début (2008). En noir; les populations qui sont toujours dans le projet. En rouge; les populations qui ont été éliminées depuis 2008. Numéro en rouge seulement; populations qui seront éliminées suite à 2015.

Catégorie	Population	Introduction	Origine
<b>Standard</b>	1 Wapsee Jaune	2008	Victor Kucyk, Ontario et membres de la Coop
	2 Wapsee Rouge	2008	Victor Kucyk, Ontario et membres de la Coop
	3 Argutzan	2011	France, Agrobio Périgord et Bio d'Aquitaine
	4 Sireix	2011	France, Agrobio Périgord et Bio d'Aquitaine
	5 Grand Roux Basque	2011	France, Agrobio Périgord et Bio d'Aquitaine
	6 Porto	2011	France, Agrobio Périgord et Bio d'Aquitaine
	7 Early Riser	2011	Jack Lazor, Vermont
<b>Blanc</b>	8 Blanc	2010	Victor Kucyk, Ontario et membres de la Coop
	9 Grand Cachalut	2011	France, Agrobio Périgord et Bio d'Aquitaine
	10 Salies de Bearn	2011	France, Agrobio Périgord et Bio d'Aquitaine
<b>Popcorn</b>	11 Or Popcorn	2013	Victor Kucyk, Ontario
	12 Blanc Japonais Popcorn	2013	Victor Kucyk, Ontario
	13 Dakota Black Popcorn	2013	Sustainable seed co, California
<b>Éliminés</b>	14 Organic Strawberry popcorn	2013	Sustainable seed co, California
	15 Leaming (Ohio)	2010	Banque de matériel phytogénétique à Saskatoon
	16 Poromb	2011	France, Agrobio Périgord et Bio d'Aquitaine
	17 Miguel	2011	France, Agrobio Périgord et Bio d'Aquitaine
	18 Blanc LD	2011	Victor Kucyk, Ontario et membres de la Coop
	19 Lancaster Sure Crop	2010	Banque de matériel phytogénétique à Saskatoon
	20 Reid's yellow dent	2011	Victory Seeds, Robert Reid, Illinois
	21 Silver King	2011	Victory Seeds, H. J. Goddard, Fort Atkinson, Iowa
	22 Mosby Prolific	2011	Victory Seeds, J. K. Mosby of Lockhart, Mississippi
	23 Trucker's favorite	2011	Victory Seeds
	24 Silvermine	2011	Victory Seeds, Kansas
	25 Blanc de Moneix	2011	France, Agrobio Périgord et Bio d'Aquitaine
	26 Blanc VK	2012	Victor Kucyk, Ontario
	27 Bleu popcorn	2012	Victor Kucyk, Ontario
	28 Hickory King Yellow	2013	Sustainable seed co, California
	29 Meskatie	2013	Michel Lachaume, Ontario
	30 Krug Yellow Dent	2010	George Krug, Illinois
	31 Golden Glow	2010	Michigan Agricultural College
	32 Golden Bantam	2014	Jardins de l'Écoumène, Québec
33 New Mama Super Sweet	2014	Adaptive Seeds, Oregon	
34 Fisher's Earliest	2014	Adaptive Seeds, Oregon	
35 Iroquois White	2014	Jardins de l'Écoumène, Québec	
36 Mais nain	2014	Lana Reid, AAC	

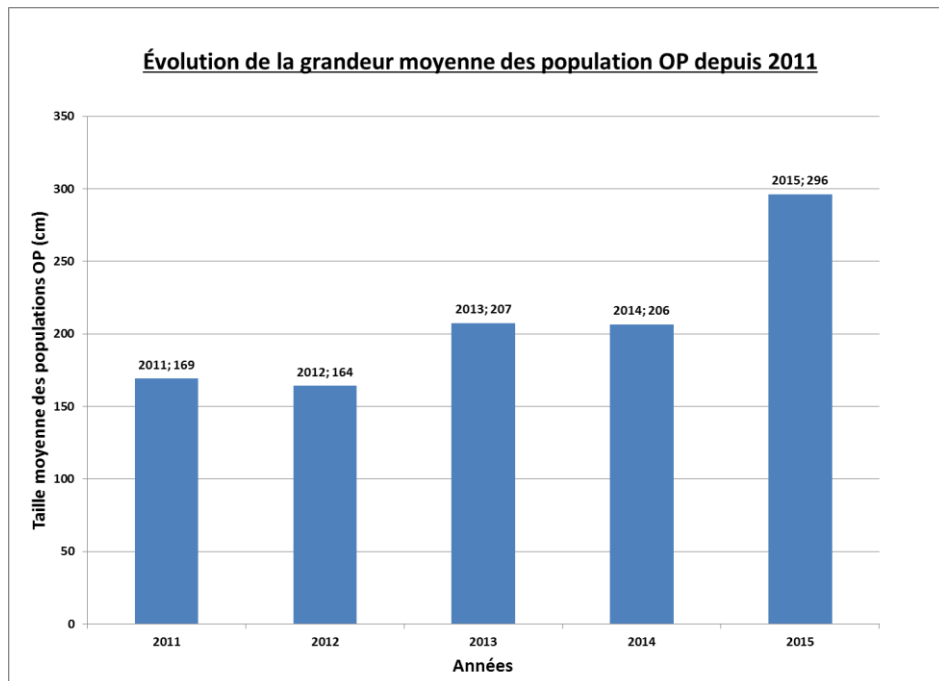


- Quatre catégories de maïs ont été essayées au cours du projet, des maïs OP standard, des maïs blancs, des maïs à éclater et des maïs sucrés. À l'exception du maïs sucré, des populations ont été conservées pour chacune de ces catégories, de sorte que la liste actuelle comporte les populations ayant les meilleurs potentiels pour chacune de ces catégories. Pour chacune de ces catégories, le potentiel des populations est établi selon les caractéristiques des variétés. Voici la liste des populations OP de 2015 et leurs caractéristiques respectives, sur la base des informations ayant été cumulées sur chacune d'elles depuis leur introduction au projet.

**Tableau 2 :** Inventaire des données sur les populations OP. Nombre de jours moyen pour atteindre le stade de pollinisation (Semi Polli), Nombre moyen de jours pour atteindre le stade de maturité physiologique (Semi Matu), pourcentage moyen d'humidité perdu (-) par jour (Coef Matu), rendement moyen de la population en tonnes par hectare (Rdmt (T/ha), notes d'appréciation attribuée à la variété par les producteurs (Note sur 20), taille moyenne des plants (Taille (cm), pourcentage des grains semés ayant atteint le stade de plantule (3 ou 4 feuilles) (%Germi), pourcentage de la population infectée par le champignon Ustilago maydis (%Charbon), pourcentage de la population affectée par des maladies (autres que le charbon) ou des tares génétiques (%Maladie) et poids volumétrique moyen des grains (Poids Volum.).

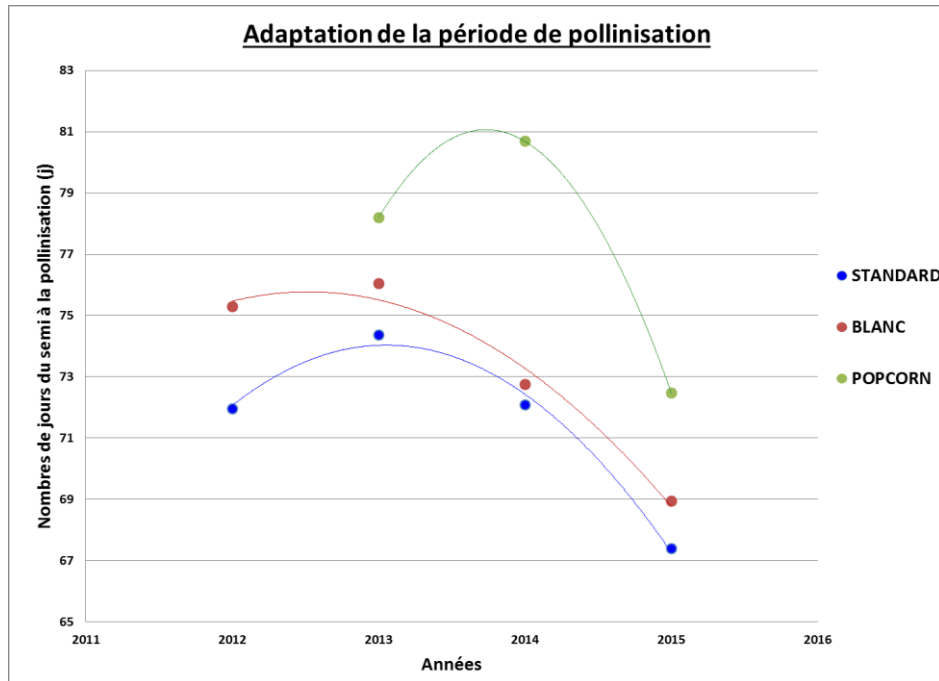
OP	Semi-Polli	Semi-Matu	Coef Matu	Rdmt (T/ha)	Note/20	Taille (cm)	Commentaires des producteurs date du 20 septembre	Description	%Germi	%Charbon	%Maladie	%Huile	%Protéine	%Amidon	Poids Volum	Utilisation possible
LEAMING	72	132	-1,3	4,3	5	229	port de l'épis mauvais, épis bien fermés	jaune, denté, grains frippés, mal quoté, très affecté par le charbon, riche en protéines	85	19	5	5,1	12,1	64,5	66,3	Animal
WAPSEE	69	128	-1,2	5,6	15	244	bon rendement, hâif, bonne tenue, point noir présent	jaune, denté, pollinisation précoce, bon rendement, bien quoté, bonne germination, riche en amidon, amélioré par la COOP depuis 8 ans	90	4	5	4,8	10,6	66,2	66,0	Animal, Pain de maïs, bouilli, scones
BLANC	74	131	-0,9	3,5	10	258	Verse, épis hauteur variable, grains mexicains, 75% ligne d'amidon	blanc, denté, corné, maturation lente, grand plant, plusieurs possibilité de transformation, sensibilité à la verse, gros épis	87	6	6	5,1	11,8	64,6	62,0	Humain, farine, tortillas, polenta, germes en salade, alcool, nixtamalisation, biscuit
GRAND CACHALUT	73	133	-1,2	4,3	4	249		blanc, denté, mal quoté, riche en huile, sensibilité verse	89	7	6	5,8	11,6	64,4	66,9	Humain, farine, tortillas
SALIES DE BEARN	73	129	-1,1	3,4	6	219		blanc, corné, maturation lente, affecté par le charbon mais résistant aux maladies de feuilles	86	10	3	5,4	11,9	65,2		Humain, tacos, polenta, galette
SIREX	70	128	-1,1	4,0	5	251	Bien corné, beaux grains, belle maturité	jaune, orange, corné, mal quoté	84	5	9	4,9	11,6	65,7		Humain, tacos, polenta, galette
AGURTZAN	74	131	-1,1	5,4	12	263	verse fréquente, 80% ligne d'amidon	jaune, orange, corné, denté, bon rendement, grand plant, affecté par les maladies de feuilles	89	8	13	5,1	11,0	66,0	68,1	Animal, tuteur à haricot, pain de maïs, polenta, nixtamalisation, bouilli
PORTO	74	130	-1,1	6,5	8	261	Gros épis, caractères peu homogènes	blanc, rose, orange, rouge, corné, bon rendement, grand plant, sensibilité au charbon, beau plant	84	4	2	5,4	11,7	65,0		Humain, tacos, tortilla, polenta, galette, pain de maïs, hush puppies, bouilli
GRAND ROUX	71	130	-1,2	4,5	7	236	intérêt commercial grain corné, épis cassant, test commercial à faire, 45% ligne d'amidon	orange, corné, plant faible, riche en protéine	89	4	6	5,3	10,4	67,0	59,8	Humain, tacos, polenta, galette, germes en salade
EARLY RISER	71	126	-1,3	4,4	12	231	80% ligne d'amidon, verse fréquente	jaune, corné, denté, maturité précoce, bonne germination, résistant au charbon, riche en amidon	89	1	9	4,8	10,7	66,4	71,2	?
OR	74	127	-1,2		17	251	80% ligne d'amidon	jaune foncé, très corné, popcorn, maturité précoce, bien quoté, riche en protéine et en amidon, sensibilité verse	80	5	2	6,7	12,4	66,1		Humain, popcorn, décoratif
JAPONAIS	84	138	-1,3	2,7	8	191	45% ligne d'amidon	blanc, corné, popcorn, pollinisation et maturité tardive, rendement faible, faible taux de germination, résistant au charbon et maladies de feuilles, pauvre en huile, mais riche en protéine et en amidon	64	1	3	4,3	12,8	67,0	72,6	Humain, popcorn, décoratif
BLACK DAKOTA	71	129	-1,2	1,8	16	172		noir, très corné, popcorn, maturité précoce, sensibilité à la verse, petit plant, faible rendement, très corné, popcorn, très sensible à la verse, petits plants arbusatifs, rendement très faible	82	4	9				71,5	Humain, popcorn, décoratif
STRAWBERRY	80	131	-1,3	0,0	8	159	100% ligne d'amidon	blanc, affecté par les maladies de feuille	58	5	4					Humain, (popcorn), décoratif
LECLERC 1	67	123	-1,2		14	181	100% ligne d'amidon	blanc,	87	5	8					?
LECLERC 2	69	133	-1,4		12	218		blanc, affecté par les maladies de feuille	84	4	11					?
Moyennes	73	130	-1,2	4	10	226			83	6	6	5	12	66	67	

- **La taille des plants en 2015** était en moyenne de 296cm alors qu'en 2014 et 2013 les plants mesuraient en moyenne 206cm. La taille était donc cette année supérieure d'un tiers à la hauteur des deux années précédentes (voir figure 2). Malheureusement, une telle hauteur limite la quantité de plants qui peuvent être pollinisés manuellement, le réceptacle à pollen étant difficile à installer au sommet de la plante. Ce phénomène d'accroissement de la hauteur des plants semble être une tendance si on prend l'ensemble des données cumulées depuis 2011. Il est peut-être dû entre autre à une plus grande vigueur des plants suite à la sélection, mais il est aussi probable que la saison exceptionnelle de 2015 en soit la principale responsable. On ne peut pas conclure automatiquement qu'une plus grande hauteur des plants signifie nécessairement un plus gros rendement, car il peut s'agir d'une répartition différente de l'énergie dans la plante. En effet, l'énergie investie dans les parties non-reproductive, telle que la tige qui donne sa hauteur à la plante, est une part de l'énergie de la plante qui n'est plus disponible pour les parties reproductives, tel que l'épi. Par contre, une plus grande hauteur confère au plant de maïs un avantage sur les mauvaises herbes et une meilleure exposition à la lumière, ce qui peut contribuer à de meilleurs rendements.



**Figure 2 :** Moyennes par années, de 2011 à 2015, de la taille des plants des populations de maïs OP.

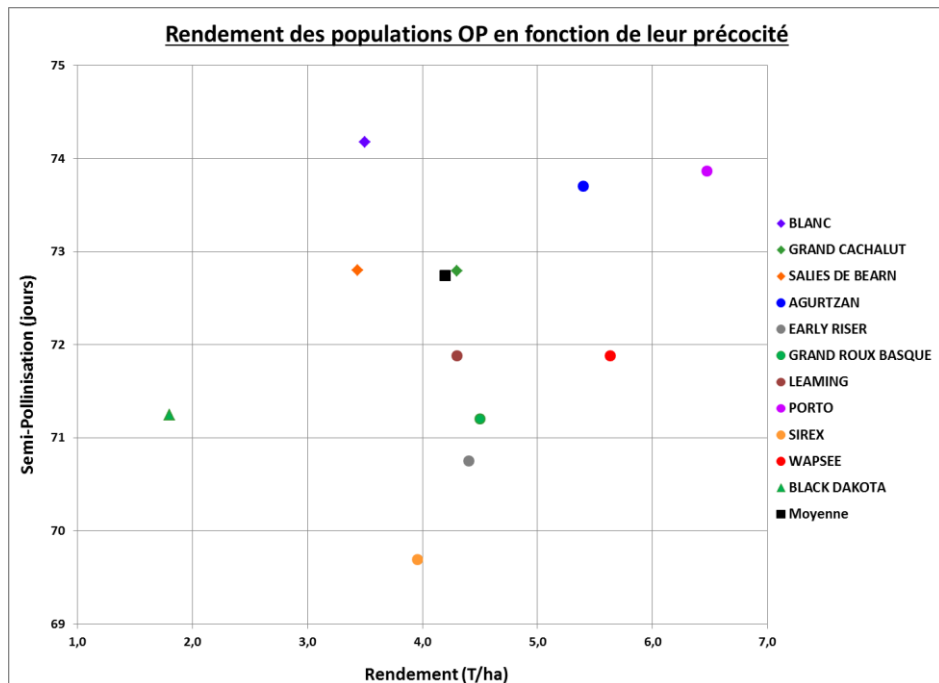
- **Les dates de pollinisation des populations OP** depuis 2012 semblent montrer une tendance à être de plus en plus rapprochées de la date de semi (voir figure B). Cette tendance est probablement due à la sélection à chaque année des plants les plus précoces. Cette précocité est un critère très important à l'adaptation des populations OP au Québec. Il faut dire que ces populations proviennent toutes de régions du monde où la saison de croissance est plus longue qu'au Québec. Il faut donc désormais que ces populations puissent réaliser leur pollinisation le plus tôt possible afin de bénéficier d'un nombre suffisant de jours pour rendre leurs épis fécondés à maturité avant le gel.



**Figure 3** : Moyennes depuis 2012, du nombre de jours entre le semis et la pollinisation pour les trois genres de populations OP.

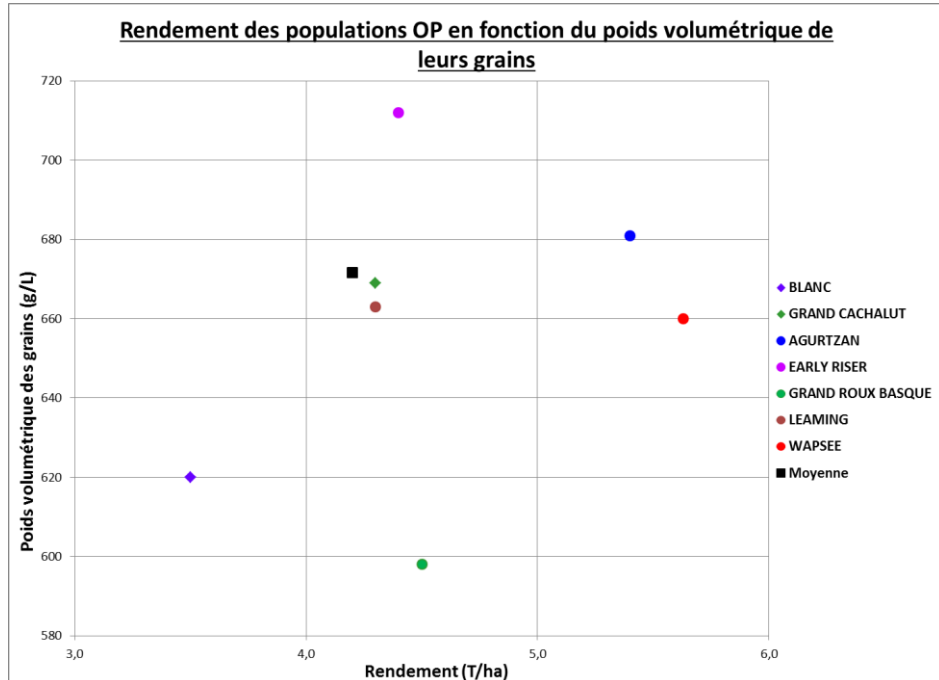
- **Les populations OP** ont été évaluées selon leurs dates de pollinisation, leurs rendements, leurs poids volumétriques, leurs compositions chimiques et leurs notes d'appréciation par les producteurs. Selon les critères choisis, certaines variétés sont plus performantes que d'autres. Notez que pour certains de ces critères nous ne possédons pas de données pour toutes les populations et que la plupart des résultats présentés ici sont en fonction du rendement puisqu'il s'agit du critère qui importe le plus aux yeux des producteurs.

En termes de **rendement** et de **précocité**, le Wapsee, l'Early Riser, le Grand Roux Basque et le Leaming se distinguent positivement de la moyenne alors que le Blanc et le Salies de Béarn présentent des lacunes pour ces critères.



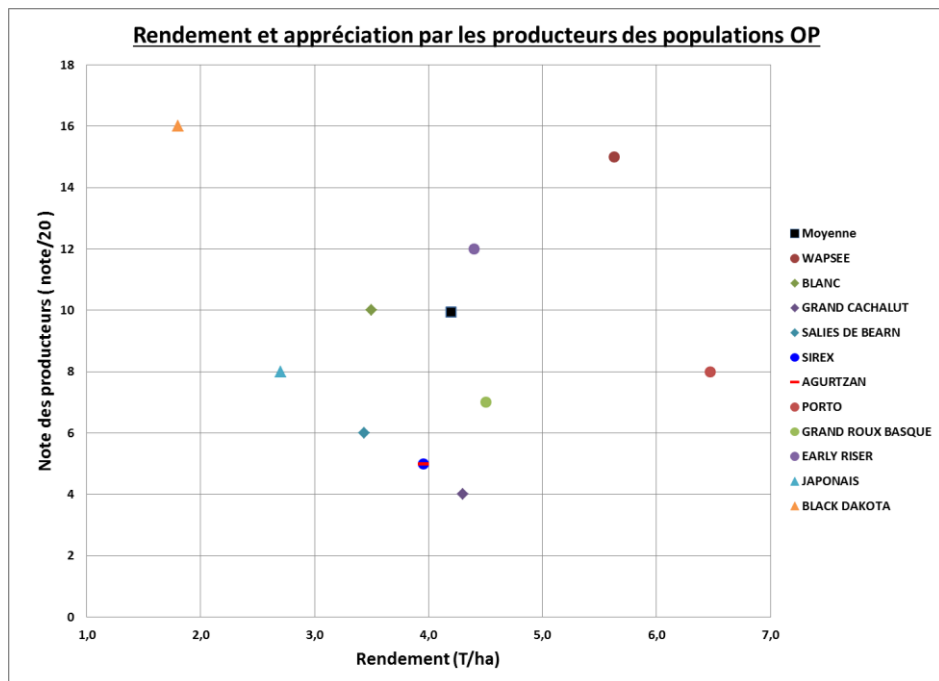
**Figure 4:** La précocité (nombre de jour entre le semi et la pollinisation) des populations OP en fonction de leurs rendements. Sur le graphique, les populations de maïs blancs sont représentées par les losanges, la moyenne par un carré, la population popcorn par un triangle et les autres populations par des cercles.

En termes de **rendement** et du **poids volumétrique** des grains, l'Argutzan, mais surtout l'Early Riser se distinguent positivement par des grains de poids volumétrique élevés. Ce dernier surpasse même la moyenne du poids volumétriques des hybrides d'AAC (voir figure 8). On constate aussi que le Grand Roux Basque et le Blanc ne présentent pas d'intérêt à ce niveau.



**Figure 5:** Le poids volumétrique des grains des populations OP en fonction de leurs rendements. Sur le graphique, les populations de maïs blancs sont représentées par les losanges, la moyenne par un carré et les autres populations par des cercles.

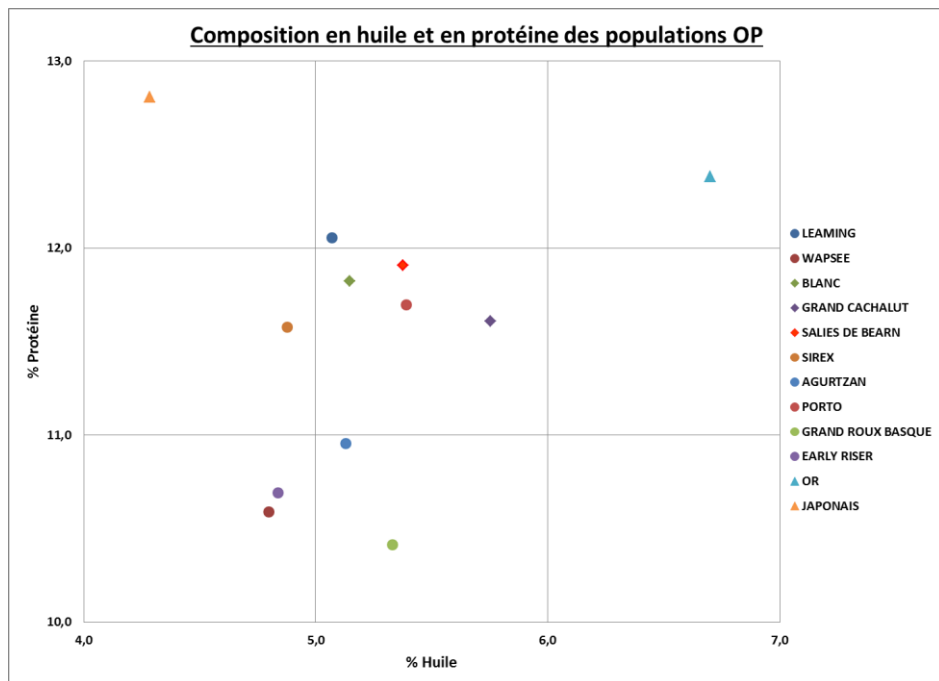
Par rapport à l'**appréciation visuelle** que plusieurs producteurs ont fournie lors d'une visite de parcelle en fin de saison (septembre), on constate que les notes sur 20 données à chaque population par les producteurs ne correspondent pas toujours au potentiel de rendement de la population. Alors que c'est le cas avec le Wapsee et le Early Riser, on remarque que le Porto, qui a pourtant un excellent rendement, se classe mal aux yeux de producteurs. Il en va de même pour le Grand Roux Basque et le Grand Cachalut. À l'inverse, le Blanc semble bien apprécié alors que son rendement est inférieur à celui du Grand Cachalut, un autre maïs blanc. Le cas du Black Dakota doit être considéré autrement puisqu'il s'agit d'un maïs popcorn. Ces derniers, malgré de faibles rendements, présentent un intérêt commercial pour le producteur. On remarque toutefois que le Black Dakota a été préféré au Japonais qui a pourtant un rendement supérieur. Ces informations soulignent le fait qu'il est important de ne pas s'en tenir aux apparences lorsqu'il s'agit de sélectionner une variété plutôt qu'une autre, mais qu'il faut aussi bien regarder du côté des données scientifiques accumulées.



**Figure 6 :** L'appréciation par les producteurs (représentée par une note sur 20) des populations OP en fonction de leurs rendements. Sur le graphique, les populations de maïs blancs sont représentées par les losanges, les populations popcorn par des triangles, les autres populations par des cercles et la moyenne par un carré noir.



De manière complémentaire, nous avons fait analyser les populations OP dans les laboratoires d'AAC par Dr. Judith Fréreau-Reid afin d'en connaître les caractéristiques qualitatives recherchées par les transformateurs pour l'alimentation humaine. Dans cette dernière figure sur les populations OP, on remarque des tendances dans la **composition chimique** selon le type de maïs. Ainsi le maïs blanc (losanges) semble être plus riche en huile et en protéine que les populations standards (cercles), qui sont quant à elles plus riches en amidon. Ce résultat concorde avec nos attentes, dans le sens que le maïs blanc serait plus propice à l'alimentation humaine, par sa saveur et sa qualité culinaire, souvent liées à des composés comme les huiles et les protéines. Les deux maïs popcorn (triangles) présentés ici montrent des compositions assez différentes l'une de l'autre, mais toutes deux se distinguent du groupe, soit par une richesse en protéines (Japonais) ou en huile (Or). On peut se demander si cette différence de composition chimique peut affecter la capacité à «poper» de ces populations popcorn. Des tests permettant de le savoir sont encore à réaliser.



**Figure 7:** Pourcentage de la composition chimique en huile (X) et en protéine (Y) des populations OP. Les maïs blancs sont représentés par des losanges, les popcorns par des triangles et les autres populations par des cercles.

- À la récolte, nous avons constaté que la majorité des grains de la population de Leaming étaient «fripés». Cette observation avait aussi été faite lors de la récolte de 2014. Ce phénomène est souvent dû à un manque de maturité des grains à l'arrivée du premier gel. Cette caractéristique enlève beaucoup de valeur au grain. Suivant l'avis du Dr. Reid, nous avons choisi d'éliminer cette variété lors de la sélection finale de 2015.
- L'évaluation en région limitrophe chez Étienne Tessier de 3 populations de maïs OP nous a révélé que les populations de Sireix et de Or n'étaient pas adaptées à des saisons aussi courtes (2300 UTM), alors que la population de Salies de Béarn est parvenue à maturité avant le gel.

- La variété Strawberry sur la parcelle d'évaluation du rendement chez Alain Ravenelle a démontré une performance lamentable. Pratiquement aucun épi n'a été récolté. Sa performance était quelque peu meilleure à Les Cèdres, mais la population y produisait de petits plants buissonnants luttant avec peine contre les mauvaises herbes. Des essais au micro-onde ont révélés que les grains de cette population popcorn ne «poppaient» pratiquement pas. Suite à ces constats désolants, nous avons choisi d'éliminer cette variété du programme d'amélioration lors de la sélection finale de 2015. Quelques rares plants se sont toutefois démarqués par leur hauteur et leur rendement. Chacun d'eux avait des grains très foncés et des épis plus allongés ressemblant à ceux de la population Black Dakota. De plus les épis produit par ces plants distincts «poppaient» très bien. Puisque nous soupçonnons un croisement accidentel en 2014 entre les deux populations, nous allons produire ce croisement en 2016 afin d'en vérifier le potentiel.
- Des dix-sept croisements faits en 2012, il n'en reste plus que les deux plus intéressants. Celui nommé Leclerc 1 (Salies de Béarn et Blanc) était très précoce tandis que l'autre, Leclerc 2 (Salies de Béarn et Grand Cachalut), était assez précoce aussi et avait de gros épis. Nous poursuivrons leur amélioration en 2016 et envisageons de les croiser.

## Lignées Pures

---

En plus des populations OP, la Coop a travaillé en 2015 sur six lignées pures. Ces futures lignées parentales sont développées dans l'éventualité de produire des variétés hybrides adaptées à la régie bio. Chacune a donc subi une sélection très sévère afin que soit retenue uniquement une génétique performante en régie bio.

Puisque le développement d'hybrides réalisé par des producteurs en régie bio est inusité, nous voulons vérifier l'efficacité d'une telle sélection. Pour ce faire, les mêmes lignées pures sont sélectionnées parallèlement en régie conventionnelle chez AAC à Ottawa. La sélection étant un processus lent, ce projet nécessitera encore plusieurs années de travaux. Lorsque le travail de sélection génétique sur ces lignées pures sera complété, nous pourrons procéder aux croisements des lignées pures pour obtenir des hybrides. C'est alors que nous pourrons comparer sur une même parcelle en régie bio, la performance des hybrides provenant d'une sélection en régie conventionnelle à ceux provenant d'une sélection en régie bio. En plus de répondre à une question importante que ce pose les producteurs quant à la performance des hybrides commerciaux en régie bio, ces travaux procureront à la Coop des hybrides sur lesquels elle aura des droits partagés avec AAC.

## Hybrides

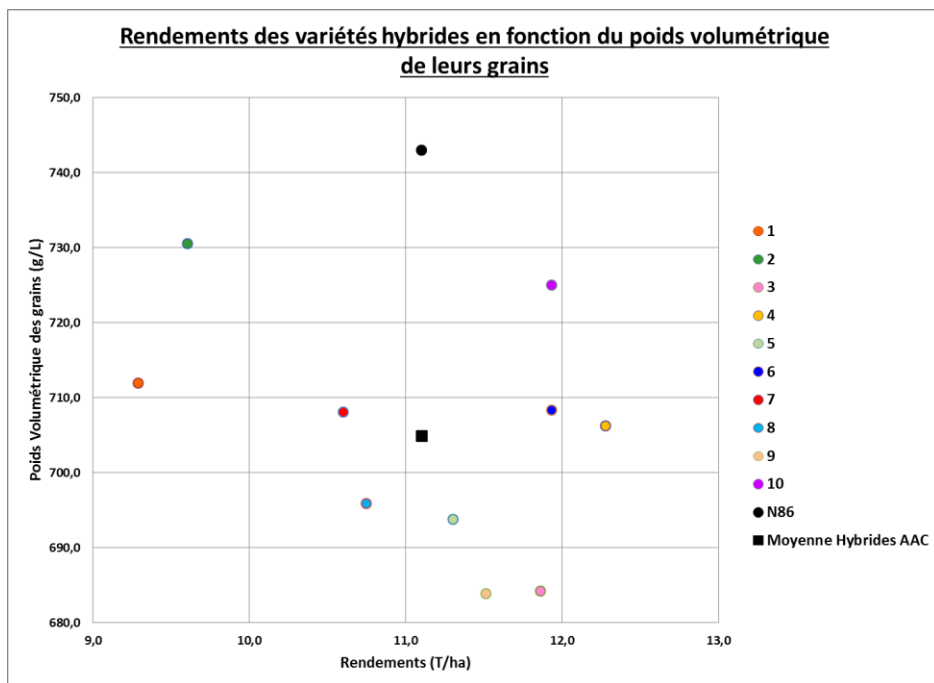
---

Chez AAC, le Dr. Lana Reid et son équipe travaillent depuis plusieurs années sur le développement d'hybrides non OGM et potentiellement intéressantes pour le secteur biologique. Dix variétés de ces hybrides ont été essayées cette année à Les Cèdres afin d'évaluer leur performance en régie bio. Cette évaluation a permis de caractériser les dix hybrides selon des critères agronomiques choisis par les producteurs de la Coop. Voici au tableau 3 les détails de chacun de ces hybrides.

**Tableau 3:** Inventaire des données sur les hybrides d'AAC. Les colonnes Hybrides, Nom et Lignées indiquent respectivement, le numéro attribué à la variété sur la parcelle en 2015, le nom de la variété tel que reconnu par AAC et le nom des deux lignées pures dont l'hybride est issu. Nombre de jours moyen pour atteindre le stade de pollinisation (Semi Polli), rendement moyen de la population en tonnes par hectare (Rdmt (T/ha)), taille moyenne des plants (Taille (cm)), écart type sur les hauteurs de plants mesurées pour un même hybride (indice de variabilité phénotypique) (Écart Type) pourcentage des grains semés ayant atteint le stade de plantule (3 ou 4 feuilles) (%Germi), pourcentage des grains semés ayant atteint un stade adulte sain à la récolte (%Survie). Pourcentage de la population infectée par le champignon parasitique *Ustilago maydis* (%Charbon), pourcentage de la population affectée par des maladies (autres que le charbon) ou des tares génétiques (%Maladie) et poids volumétrique moyen des grains (Poids Volum.).

HYBRIDES	Nom	Lignées	Semi- Polli	Rdmt( T/ha)	Taille (cm)	Écart Type	Description	Commentaires des producteurs en date du 20 septembre	% Germi	% Survie	% Charbon	% Maladie	Poids Volum
1	14TC4-0307D	CO449xCO442	203	9,3	238	26	Feuilles tombantes, 2 épis érigés par plant	court, précoce	90	77	0	3	711,9
2	14TC6-0702C	CO442xCL30	200	9,6	237	32	Feuilles tombantes, 2 épis érigés bas sur le plant	Aucun	83	70	2	3	730,6
3	14TC4-0005A	CO455xCO442	203	11,9	249	28	Feuilles tombantes, 2 épis érigés par plant	gros épis, tardif, 2008, pyrale présente	91	82	1	0	684,2
4	14TC4-0321B	CO456xCO442	204	12,3	235	45	Feuilles tombantes, 2 épis érigés bas sur le plant	aimé des producteurs, belle tenue plants et épis, préféré de producteurs, beaux grains, un peu tardif	95	86	0	1	706,3
5	14TC4-0309D	CO451xCO442	205	11,3	318	50	Feuilles tombantes, 2 épis érigés haut sur le plant	grains plats, denté et très légers	90	86	0	1	693,8
6	14TC4-0435B	CO452xCO442	208	11,9	293	44	Feuilles tombantes, 2 gros épis érigés haut sur le plant	épis indéterminés, très vert, tardif, rose présent, épis ouvert, beaux grains	81	76	0	2	708,3
7	14TC4-0311B	CO450xCO442	203	10,6	242	23	Feuilles tombantes, 3 petits épis érigés par plant	sèche moins vite, épis ouverts facilement, bonne pollinisation, pyrale présente, épis double, très vert	88	84	1	1	708,1
8	14TC4-0295B	CO441xCO442	199	10,7	243	34	Feuilles tombantes, 2 épis érigés et bas sur le plant	pyrale et verse présente	88	85	1	2	695,8
9	14TC4-0434	CO388xCO442		11,5	267	42	Feuilles tombantes, 2 épis érigés par plant	aimé des producteurs, grains 10cents, ressemble à du Pioneer	67	65	3	10	683,9
10	14TC4-0313D	CO453xCO442		11,9	295	33	Feuilles érigées 3 épis érigés par plant	Aucun	86	86	0	1	725,0
Moyennes			203	11	262	36			86	80	1	2	705

**Les hybrides d'AAC** ont eux aussi été évalués selon certains critères dont leurs rendements et leurs poids volumétriques. L'objectif de ces hybrides étant de remplacer les hybrides commerciaux sur les fermes de la Coop, nous avons évalué de la même façon la variété N86 de Pioneer à des fins de comparaison. Bien que le N86 soit reconnu comme une variété très performante, la majorité des hybrides d'AAC ont obtenu des rendements supérieurs à celui de cette variété. Toutefois, aucune variété d'AAC n'a dépassé le poids volumétrique des grains du N86. Notons que les hybrides numéros 10, 6 et 4 se distinguent par leurs ratios rendement/poids volumétrique supérieurs.



**Figure 8 :** Le poids volumétrique des hybrides d'AAC en fonction de leurs rendements. Sur le graphique, chaque variété hybride d'AAC est représenté par un cercle de couleur, un hybride commercial (N86 de Pioneer) est représenté par un cercle noir et la moyenne par un carré noir.

## Photos des populations OP et des variétés hybrides



**Figure 9 :** Population de maïs OP. De gauche à droite, de haut en bas; Ohio, Wapsee Rouge et Jaune, Sireix, Early Riser, Porto, Grand Roux Basque, Argutzan



**Figure 10 :** Populations de maïs OP popcorn; de gauche à droite; Or, Black Dakota, Black X Strawberry (?), Strawberry, Japonais. Population de maïs OP blancs; de gauche à droite; Leclerc (1 et 2), Salies de Béarn, Blanc.



**Figure 11** : Variétés hybrides d'AAC les plus performantes. De gauche à droite; hybride 3 et hybride 4.

## Promotion et Visibilité

---

### 2013

- 67th Northeastern Corn Improvement Conference : 14-15 février
- AGA de la Coop Agrobio du Québec, Notre Dame du Bon Conseil : 26 mars
- Journée annuelle des membres, Saint-Bruno-de-Montarville: 19 septembre
- Présentation Journée Grandes Cultures, Saint-Rémi : 3 décembre

### 2014

- Assemblé général annuel des membres de la COOP: 26 mars
- Journée technique et réglementaire pour la transformation alimentaire, Beloeil : 24 septembre
- Symposium Connexion Semences, ECOSGN, Sainte-Année-de-Bellevue : 9 novembre
- Présentation Journée Grande Culture, Saint-Rémi : 2 décembre

### 2015

- Assemblé général annuel des membres: 8 septembre
- Journée visite des producteurs à la parcelle d'amélioration, Les Cèdres : 19 septembre
- Rencontres et réunions des membres ou le sujet du maïs à pollinisation ouverte et des hybrides d'AAC a été discuté.





**Figure 12** :2 producteurs évaluent un hybride d’AAC lors de la journée visite du 19 septembre 2015.

## Conclusion

---

Afin de juger de la réussite du projet, voici un retour sur les objectifs, résultats et les livrables de celui-ci.

### **Objectifs :**

#### **Développer des variétés de maïs à pollinisation ouverte pour l'alimentation humaine bio (snack food et latino-américains) :**

Le développement de populations de maïs adaptées à un climat tempéré et offrant un potentiel intéressant pour l'alimentation humaine est extrêmement rare. Ces populations permettront de capturer une opportunité de marché puisque la grande majorité du maïs produit au Canada vise l'alimentation animale. Effectivement, le maïs humain (non bio) utilisé au Canada (environ 100000 tonnes en Ontario et au Québec) est importé. Les variétés de maïs blanc adaptées au climat tempéré et spécifiques pour l'alimentation humaine sont encore plus rares (carrément non disponible commercialement). Suite aux tests culinaires effectués en 2013, on sait que la majorité des populations OP possèdent des caractéristiques appropriées à l'alimentation humaine. Notamment, les maïs blancs tels que le *Blanc*, le *Salies de Béarn* et le *Grand Cachalut* se prêtent d'une façon remarquable à la fabrication de tacos, de tortillas et de polenta. Aux dires d'un des cuisiniers montréalais d'origine latino-américaine ayant participé aux tests, il n'y aurait pas encore sur le marché québécois de farine de maïs aussi authentique et semblable à celles de son pays natal, que celles obtenues à partir de ces maïs blancs. De plus, nos variétés de maïs à éclater permettront aux producteurs de la Coop d'ouvrir un marché encore marginal au Canada (le maïs à éclater représente environ 0,5 % de la surface de maïs cultivée au pays)<sup>1</sup> et avantageux pour les producteurs, puisque le maïs à éclater ne nécessite pas de transformation en dehors de celles qu'ils réalisent déjà (épluchage et égrainage). Ils peuvent donc plus facilement vendre directement au consommateur. Ces variétés dites « de populations » montrent des signes d'amélioration depuis leur introduction au projet. Toutefois, ces populations nécessitent pour la plupart, des années d'amélioration supplémentaires, notamment les populations de popcorn et les croisements Leclerc, qui ont été introduit récemment au projet.

#### **Développer des lignées pures et des hybrides de maïs pour l'alimentation animale bio :**

Suite aux résultats obtenus avec les variétés hybrides d'AAC, on constate qu'il serait possible pour les producteurs d'utiliser certaines de ces variétés pour remplacer les hybrides commerciaux, (tel que ceux de Pioneer, Maisex, Elite...) qu'ils utilisent déjà à des fins d'alimentation animale bio. En effet, un hybride tel que l'hybride numéro quatre, peut obtenir des rendements supérieurs aux hybrides commerciaux en régie bio. Selon les discussions préliminaires, AAC permettra à la Coop de produire elle-même ces hybrides en fournissant les semences des lignées pures nécessaires. La Coop pourra ainsi produire elle-même ses semences d'hybrides, moyennant des frais raisonnables pour les brevets d'AAC sur ces variétés. Il reste cependant le défi de reproduire les lignées pures et procéder aux croisements afin d'obtenir les semences à mettre en marché auprès des membres de la Coop et autres producteurs bio.

#### **Comparer la robustesse et la tolérance au stress du génotype des maïs sélectionnés par les producteurs versus les maïs sélectionnés par les phytogénéticiens dans les parcelles de recherche sous des régies conventionnelles et biologiques :**

L'inventaire de variétés de maïs hybrides sans OGM et non spécifiquement développés pour la régie biologique en climat tempéré est très limité et diminue année après année quand les quelques compagnies offrant encore de tels variétés les retirent de leurs offres. La contamination OGM retrouvée dans ces semences "non OGM" et vendues comme telles par ces quelques compagnies américaines ou canadiennes est parfois inquiétante. Un très faible pourcentage de producteurs teste leurs semences pour vérifier la contamination OGM avant les semis et les pourcentages de contamination trouvés dans certaines semences commerciales peuvent être suffisants

pour un déclassement des normes sur l'étiquetage des OGM en Europe (0,9%). En ce qui concerne les lignées pures en développement, on constate qu'elles ne seront pas prêtes avant un minimum de 3 à 5 années de sélection supplémentaires. Toutefois, il sera important de persister à travailler sur ces lignées, car le résultat sera bénéfique à la Coop de plusieurs façons. Il permettra de savoir si le type de régie sous lequel est développé un hybride affecte la robustesse et la tolérance au stress du génotype des maïs sélectionnés lorsque ceux-ci sont cultivés sous cette même régie. Il permettra à la Coop d'être l'unique responsable de la qualité des semences de maïs qu'elle utilise et de se fait elle pourra prendre elle-même les précautions nécessaires pour éviter la contamination OGM. Il permettra éventuellement aux membres de la Coop de se procurer des semences hybrides à un prix avantageux puisqu'ils auront sur ces semences une part des droits.

### **Former des producteurs et des agronomes dans des modèles spécifiques d'amélioration participative de maïs :**

Lorsque les producteurs réalisent des parcelles sur leurs fermes, ils sont suivis et formé par Gabriel Blanchet. En 2014, nos parcelles de multiplication des populations OP ont eu des résultats très décevants, car la saison n'a pas été facile en raison des événements hydrologiques du printemps et une année peu propice à la culture du maïs. En effet, 2014 a érodé la patience et l'intérêt des producteurs pour le projet. Alors que neuf producteurs ont participé au projet en 2014, seulement 4 participaient cette année, ce qui va à l'encontre de la tendance espérée visant à accroître le nombre de participants. La visite de la parcelle à Les Cèdres réalisée par les producteurs le 19 septembre 2015 a peut-être renversé cette tendance, en 2016 six producteurs se sont manifestés pour réaliser des parcelles de multiplication des semences sur leurs fermes.

### **Résultats attendus :**

#### **Protocole de développement de semences en partenariat producteur-phytogénéticien :**

Voir «Protocole de production de semences OP» en annexe.

#### **Formation spécifique pour la production de semences de grandes cultures (acquisition et transfert de connaissances) :**

Au cours des dernières années, certains producteurs ont répétés l'expérience d'une parcelle de multiplication sur leur ferme. Des producteurs tels que Loïc Dewavrin, Alain Ravenelle, Pierre Verly et Étienne Tessier, sont maintenant autonomes lorsqu'il s'agit d'organiser ce genre de parcelle. Leur participation a contribué à la mise en place du Protocole de développement de semences. Leur persévérance témoigne aussi de leur compréhension des enjeux de ce projet.

#### **Une ou plusieurs variétés de population de maïs à pollinisation ouverte développées avec et par les producteurs biologiques sur des fermes biologiques et répondant une opportunité de marché :**

Les critères de sélection (tel que la résistance aux maladies, la tenue des plants, etc...) ont été établi et hiérarchisés selon les préférences des producteurs de la Coop. De plus, les 15 populations OP que la Coop possède à ce jour, résultent d'une sélection des producteurs parmi 36 populations OP essayées depuis 2011.

#### **Une ou plusieurs lignées pures de maïs sélectionnées et améliorées sur des entreprises en régie biologique :**

Cet objectif n'est pas encore atteint. Tel que mentionné plus haut, le processus nécessitera encore 3 à 5 années d'amélioration intense sur une parcelle dédiée à cet effet avant que les lignées pures sélectionnées en régie biologique puissent se retrouver entre les mains des producteurs. Cependant l'utilisation de lignées pures, développées par le Dr. Reid et testées par la Coop Agrobio sur ses parcelles de recherche, sera possible et effective des 2016.

**Des données scientifiques sur la différence entre la sélection par une approche conventionnelle versus une approche participative et biologique et ce, à partir de la même base génétique :**

Comme cela avait été mentionné au début du projet, le processus de sélection de variétés de maïs représente de nombreuses années de travail. Cet objectif n'est donc pas encore atteint. Il nécessite l'hybridation des lignées pures qui viennent d'être mentionnées. Ces hybrides, qui permettront d'établir la différence entre la sélection par une approche conventionnelle versus une approche participative et biologique, ne pourront pas être testés avant 2021.

**Biens livrables attendus :**

**Des rapports d'étapes annuelles en 2013-2014 et 2015 : Livrés**

**Un rapport final en 2015 qui inclut les informations suivantes:**

**-protocole pour l'amélioration de variétés de maïs "inbred" et "pollinisation ouverte" par approche participative : Livré partiellement**

Le protocole pour l'amélioration des variétés de maïs à pollinisation ouverte est fourni en annexe. Par contre, les producteurs n'ayant encore jamais réalisé de parcelle pour la reproduction et l'amélioration d'inbred (lignée pure), aucun protocole n'a été produit pour l'amélioration de ces derniers. Le développement de cette expertise est prévue pour 2016 en collaboration avec le personnel du Centre de recherche sur les grains d'ACC.

**- données scientifiques sur la différence entre la sélection à partir de la même base génétique par une approche conventionnelle versus une approche participative et biologique : Non livré**

Comme prévu et mentionné au long du rapport, les hybrides qui permettront cette comparaison ne seront pas produits avant 2021.

**-Une ou plusieurs variétés de population de maïs à pollinisation ouverte développées avec et par les producteurs biologiques sur des fermes biologiques et répondant une opportunité de marché : Livré**

**-Une ou plusieurs lignées pures de maïs sélectionnées et améliorées sur des entreprises en régie biologique : Livré partiellement**

Ces lignées pures ont été sélectionnées en 2014 sur le site de l'IRDA qui n'est pas une entreprise en régie biologique, mais en 2015 elles ont été sélectionnées sur la ferme « Les Fermes Longprés (2009) ltee », une entreprise en régie biologique. Par contre, ces lignées pures ne sont pas encore prêtes à l'hybridation.

## **Poursuite du projet**

---

En ce qui concerne la pérennité du projet, jusqu'à nouvelle ordre, nous continuerons avec le financement de la Grappe bio et l'initiative de la Famille Bauta sur les semences. Il nous faudra aussi faire des choix sur les populations OP conservées et celles qui seront laissées de côté (en banque de semence, éventuellement réutilisable plus tard). Nous prévoyons intensifier le volet des Hybrides de maïs, qui suscitent d'avantage l'intérêt des producteurs puisqu'ils considèrent pour la plupart les populations de maïs OP comme trop peu rentables. En effet, beaucoup de travail reste à faire pour connaître la valeur réelle de ces populations. Si la Coop parvient à mettre sur pied une petite unité de transformation et de mise en marché, il deviendra possible de développer la demande pour ce type de produit. Il faut tout de même garder en tête qu'avec l'intérêt croissant des consommateurs pour les produits sans gluten, bio et locaux, il est probable que les populations OP

représentent une opportunité commerciale. Notons aussi que ces populations permettront aux producteurs de se réapproprier le rôle de sélectionneur et d'augmenter la biodiversité des cultures au Québec par la création de nouvelles variétés du terroir.

La Coop a la volonté de se lancer dans la production des hybrides d'AAC le plus tôt possible. Les producteurs devront d'abord négocier avec AAC pour connaître les coûts et conditions du certificat d'obtention végétale sur les variétés hybrides qui seront utilisées. Ils devront ensuite s'organiser un réseau de production de semences qui permettra de répartir entre les fermes le processus de production. Si tout va bien en 2016 ils pourront établir des parcelles de multiplication des populations parentales. S'ils obtiennent suffisamment de semence, ils pourront établir l'année suivante des parcelles de croisements des lignées parentales afin de produire la semence hybride. Cette semence leur permettra, en 2018, de produire l'hybride sur leur ferme et d'en évaluer les bénéfices. Le processus de production nécessite ainsi trois étapes, d'une année chacune, qui, s'ils estiment les bénéfices suffisants, devront par la suite avoir lieu en continu à chaque année.

En ce qui concerne les lignées parentales développées par la Coop, il faudra encore compter un minimum de trois années supplémentaires d'amélioration avant de pouvoir débiter un processus de production d'hybride tel que décrit au paragraphe précédent. Ainsi la comparaison en régie bio des hybrides développés en régie conventionnelle à ceux développés en régie bio, ne pourra être réalisée avant 2021. Notons que les salaires payés aux employés à Ottawa durant le projet couvraient essentiellement le travail de sélection, la préparation et le conditionnement des récoltes des parcelles du Québec pour la préparation des semences de l'année suivante, la parcelle d'amélioration gérée par AAC à Ottawa ne concernant que la production visant une comparaison entre la sélection participative et la sélection en centre de recherche, objet du financement par la grappe Bio (fédéral). De plus, la Coop Agrobio du Québec bénéficiera éventuellement d'une part des droits, partagés avec AAC, sur les hybrides qui résulteront de l'amélioration opérée sur ses fermes.

## **RÉSUMÉ POUR 2016 :**

### **Mais à pollinisation ouverte :**

- Populations éliminées en 2015 ;  
Ohio : Grains «fripés», rendement peu intéressant, mauvaise tenue.  
Strawberry : Rendements quasiment nuls, popcorn qui «pop» peu, mauvaise tenue.
- En 2016, dans la mesure où les budgets le permettront, nous allons poursuivre l'amélioration des 14 populations suivantes; Wapsee, Grand Roux Basque, Sireix, Early Riser, Porto, Argutzan, Blanc, Grand Cachalut, Salies de Béarn, Or, Japonais, Black Dakota, Leclerc 1 et 2.
- Six producteurs ont signalé leur intérêt pour multiplier le Wapsee, le Early Riser, le Blanc, le Japonais et le Argutzan en 2016.
- En 2016 nous tenterons de réaliser un croisement entre deux populations popcorn; le Black Dakota et le Strawberry.
- La précocité des populations semble s'améliorer et leur taille semble croître d'année en année. Signes de leur adaptation aux conditions de culture québécoise.

### **Hybrides :**

- Les hybrides 10, 4 et 6 ont des rendements et des poids volumétriques intéressants. En 2016 les producteurs de la Coop vont commencer à multiplier les lignées parentales de ces hybrides. En 2017 ils vont croiser ces lignées afin d'en produire les hybrides en 2018.
- La parcelle de 2016 comprendra encore une section pour l'observation des hybrides 10, 4 et 6 de façon à confirmer leur valeur agronomique dans des conditions climatiques qui peuvent varier à travers les années.

### Lignées pures :

- En 2016 nous allons continuer le travail de sélection sur les 6 lignées de 2015. AAC poursuivra elle aussi de son côté, à Ottawa, l'amélioration de ces lignées en régie conventionnelle.

## Annexes

**Tableau 4** : Comparaison de 2014 entre les essais de rendement des hybrides d'AAC, à Les Cèdres (gauche) et à Saint-Bruno-Montarville (droite).

Essais de rendement d'hybrides 2014			
Nom des hybrides	Les Cèdres rendement (kg/ha)	Nom des hybrides	Saint-Bruno rendement (kg/ha)
1 13W-0011	6571	1 ORGANIC-HYBRID#1	1977
2 13S-0057	6289	2 13S-0112	1537
3 13S-0119	5839	3 13TC4-0535	1330
4 13W-0040	5418	4 13W-0040	1310
5 13TC3-0043	5312	5 13TC5-0193A	1256
6 ORGANIC-HYBRID#1	5297	6 13TC3-0410	1120
7 13TC4-0535	5158	7 13TC3-0043	1117
8 13TC5-0185	5124	8 13TC4-0531	1116
9 13W-0051	4889	9 13TC3-0414	1071
10 13W-0090	4821	10 13W-0010	1045
11 13TC4-0531	4580	11 ORGANIC-HYBRID#2	1021
12 13TC5-0193A	4422	12 13S-0057	1017
13 ORGANIC-HYBRID#2	3890	13 13TC5-0191A	1011
14 13TC3-0414	3867	14 13S-0119	905
15 13TC3-0410	3835	15 13TC5-0185	778

*les résultats en rouge ont été semés dans une seule des deux parcelles seulement*

### Méthode d'estimation des rendements :

Afin connaître leurs rendements, pour chacune des variétés ces étapes ont été suivies :

- 1- Peser un **épi complet** provenant de un des trois échantillons.
- 2- Peser la **masse nette en grains** (sans le rachis) de l'épi.
- 3- Évaluer le **pourcentage d'humidité** des grains à l'aide d'un humidimètre à grain.
- 4- Standardiser la masse nette en grains pour un pourcentage d'**humidité de 14%**.
- 5- Calculer le **rapport** entre la masse de l'épi avant l'égrainage et la masse des grains à 14% d'humidité.
- 6- Répéter les étapes 1 à 6 pour **4 autres épis** (5 au total), sélectionnés aléatoirement parmi les trois échantillons.
- 7- Calculer la **moyenne des rapports** (masse des grains à 14% d'humidité/masse de l'épi avec ses grains) obtenus pour les 5 épis.
- 8- Calculer la masse moyenne en épis récoltés pour les trois échantillons.
- 9- Calculer la masse moyenne en grains à 14% d'humidité avec le rapport obtenu à l'étape 7.
- 10- Extrapoler la masse moyenne en grains à 14% d'humidité obtenues sur 3m à celles qu'on obtiendrait à rendement équivalent sur une **superficie de 1ha**.
- 11- Déterminer le **rendement en T/ha** pour chacune des variétés.



## **MAÏS BIOLOGIQUE - Protocole de départ pour le producteur:** **Comment implanter des parcelles expérimentales à pollinisation ouverte.**

### **1. Avant le début de la saison**

- **Choisir un site de parcelle :**

- 1) Distance d'environ 600 mètres des autres parcelles en maïs. Une barrière physique entre les cultures (rangée d'arbres) peut réduire cette distance à 200 mètres.
- 2) Terrain à vue du domicile, si attaque de grands gibiers contacter ONCFS.
- 3) Privilégier un sol représentatif de votre ferme.
- 4) Disposer la parcelle en amont des autres parcelles en tenant compte des vents dominants OUEST et SUD.

- **Préparer le terrain :**

- 1) Tenir compte du type de mauvaises herbes rencontrées dans la parcelle.
- 2) Fertilisation organique et engrais vert.

- **Choix des semences :**

- 1) Dans tous les cas, les variétés de maïs doivent être **non-OGM**, avoir une **bonne tenue au champ**, une bonne **résistance aux maladies**, une bonne **tolérance à la sécheresse** et un **bon rendement**

**Tableau 1 :** Caractéristiques particulières selon la destination de la production

<b>Destination de la production</b>	<b>Caractéristiques importantes de la variété</b>
Coopératives	Couleur jaune
Négociants	
Élevage	Riche en protéines et matières grasses
Auto-consommation	
Vente pour qualité nutritive	
Transformation	Production abondante de matière végétale

- **Tests et suivis à réaliser :**

- 1) Test de criblage (phyto-pathologies, OGM...). Par un laboratoire accrédité. À faire avant le semis.
- 2) Test de germination de lot de grains. Viser un seuil minimum de germination de 85%. À faire avant le semis.
- 3) Test de pureté (mauvaise herbes ou autres grains), après criblage de la semence. Transmettre 1 kg de semence dans un laboratoire accrédité. Garder les résultats aux dossiers.

- 4) Fiche de prise de données aux champs, dates et activités appliquées sur la parcelle. Garder cette fiche dans le dossier

## 2. Période des semis

### • Préparation du Semoir :

S'assurer qu'il est bien vide afin d'éviter de semer une autre variété en même temps. Ne pas modifier les écartements des semoirs, bineuses, sarcleuses, buteuses pour une petite parcelle d'expérimentation/sélection

### • Le marquage :

Identifier la parcelle à l'aide de drapeau ou piquets avec étiquette et noter, avec un feutre indélébile, sous la face interne d'étiquettes le nom de la variété que vous avez implanté.

### • Entretien :

Travailler avec vos façons de faire habituelles.

### • Notations :

Utilisez les fiches de notations qui sont remises avec les lots d'expérimentations. Marquer deux longueurs de 10 mètres sur des rangs choisis au hasard dans la parcelle. C'est sur ces longueurs que vous établirez vos observations et vos notations.

Tableau 2 : Taux de semis en maïs à pollinisation ouverte

	plants/ha	plants/acre
<b>Semis</b>	71 000	29 000
<b>Récolte</b>	62 000	22 000

	Rang	Entre-rang
<b>Densité de semis</b>	1 plant/20 cm	1 plant/76,2 cm
<b>Profondeur</b>	4 cm	-

### • Nombre de grain par trou du semoir:

Si taux de germination du lot de grain est inférieur à 75%, nécessaire de mettre plusieurs graines par trous. Si par exemple le taux de germination est de 30%, il faut mettre 3 graines par trous.

## 3. En culture

- Après la levée, s'il y a plusieurs plantes par trous, éclaircir et repiquer les plantes.
- Au stade de 2 à 3 feuilles : détruire les plantes « chétives » qui ont mal levées.
- Sarcler et buter la parcelle avant que les plantes n'atteignent le stade 5 à 6 feuilles
- Contrôler / désherber régulièrement et de la parcelle.
- Lors de la pollinisation, enlever les plantes dont le fleurissement est très décalé par rapport à la moyenne

## 4. La sélection

### • Différents types de sélections appliquées dans les fermes

Orienter une variété en fonction de critères agronomiques recherchés. Après quelques années, la variété porte la \*signature\* de l'agriculteur qui réalise cette sélection. Deux actions : **Sélection**

**massale négative** ; on supprime les sujets indésirables et on garde le reste. **Sélection massale positive** ; on récolte seulement les plantes qui disposent du maximum de critères recherchés.

## 5. Déroulement de la pollinisation contrôlée

- **Pollinisation manuelle** : (cette étape si désirée permet de contrôler la pollinisation des plants que l'on veut conserver purs afin de conserver des traits désirés, ou de ceux que l'on veut croiser sans interférence avec le reste de la parcelle.
  - 1) Couvrir l'épi d'un petit sac de papier (« sac à épi ») dès qu'il commencera à pointer à l'aisselle des feuilles.
  - 2) Attendre que l'épi continue de croître à l'intérieur du sac et produise des soies.
  - 3) Quand débute la dissémination du pollen, on enveloppe la panicule d'un sac de papier (« sac à panicule »), que l'on fixe à sa base par une agrafe, pour capter le pollen libéré.
  - 4) Après 18 à 24 h, on retire le sac de la panicule. On l'agite pour faire tomber le pollen dans un coin du sac.
  - 5) Puis l'on couvre rapidement tout l'épi du sac à panicule en papier brun. On entoure la tige avec le sac à panicule, que l'on agrafe et agite afin de faire tomber les grains de pollen sur les soies

## 6. Période de la récolte

- **Dès que toute la plante et les spathes sont totalement sèches. Avant les périodes de grand gel (-2, -3°C).**
- **Ne pas récolter les 4 premiers rangs extérieurs de la parcelle.**
- **Récolter à la main** en sélectionnant les épis :
  - 1) bien remplis.
  - 2) des plantes qui ont une bonne tenue.
  - 3) sans moisissure
  - 4) des plantes qui ont beaucoup de feuilles (compétitionnent mieux les mauvaises herbes)
  - 5) qui tolèrent mieux la sécheresse.
  - 6) Autres critères pertinents sur votre ferme.
- **La récolte a la machine si impossible de récolter à la main; Précautions à respecter.**
  - 1) Ramasser en épis. Meilleure conservation et permet un triage
  - 2) Déterminer à l'avance l'emplacement où vous allez récolter votre semence
  - 3) Effectuer une sélection massale négative sur cet emplacement
  - 4) Enlever les épis restants dans la machine
  - 5) Récolter et stocker votre semence à l'écart du reste de la récolte.
- **Récolte obtenue :**

300 à 400 épis par parcelle d'amélioration de semences = +/- 22 kg de grains de semence.  
Le reste de la parcelle peut être récolté comme les autres parcelles de maïs.

## 7. Séchage et stockage

- 1) 300 à 400 épis dans les sacs très ajourés comme les sacs de maïs sucrés, les placer sur un plancher perforé (genre plancher de silo à grain ou en lattes de bois) et entreposer à l'intérieur avec ventilateur ainsi que chauffelette de 4 500 watts. Ne pas dépasser 40°C de l'air soufflée.

**OU**

- 2) Mettre les épis dans un sac filet (type sac d'oignon) suspendu dans un local sec, frais, sombre et ventilé avec au plus 20 épis par sac. Si le local n'est pas ventilé, en période de temps sec, ouvrir le local pour faciliter la circulation de l'air.
- 3) Remuer les épis les premières semaines pour qu'ils ne moisissent pas au cœur des sacs.
- 4) Étaler les épis sur un grenier ou des claies. Attention aux rongeurs et surveiller pendant 1 à 2 mois que le séchage se réalise bien.

## 8. Égrainage

- Une fois les épis séchés, les égrainer en utilisant l'égraineuse électrique qu'on peut louer au CEROM à Beloeil ou manuellement.

**Note:** il est important que chaque producteur qui participe au protocole de semence à la ferme poursuive le protocole (assisté de leur conseiller (ère) de leur Club Agro-environnemental) afin de continuer à recueillir des données de laboratoire: test de germination, test de pureté « après criblage », suivi au champ, à la récolte, pesée et analyses de laboratoire et garder ces données dans le dossier pour usage future.

**Annexes :**

*Distance d'isolement pour la production de semences de maïs*

Source : <http://www.seedgrowers.ca/section08.htm>

Maïs à pollinisation ouverte : Distance séparant le champ de semence d'une source de contamination	Nombre de rangs à supprimer (pas de récolte pour la semence)			
	Superficies destinées à la production de semences			
	1 - 10 acres	11 - 20 acres	21 - 30 acres	Plus de 30 acres
15 m (49 pieds)	22	21	20	19
25 m (82 pieds)	21	20	19	18
35 m (114 pieds)	20	19	18	17
45 m (147 pieds)	19	18	17	16
55 m (180 pieds)	18	17	16	15
65 m (213 pieds)	17	16	15	14
75 m (246 pieds)	16	15	14	13
85 m (278 pieds)	15	14	13	12
95 m (311 pieds)	14	13	12	11
105 m (344 pieds)	13	12	11	10
115 m (377 pieds)	12	11	10	9
125 m (410 pieds)	11	10	9	8
135 m (442 pieds)	10	9	8	7
145 m (475 pieds)	9	8	7	6
155 m (508 pieds)	8	7	6	5
165 m (541 pieds)	7	6	5	4
175 m (574 pieds)	6	5	4	3
185 m (606 pieds)	5	4	3	2
195 m (639 pieds)	4	3	2	1
200 m (656 pieds)	2	1	1	1
Plus de 200 m (656 pieds)	0	0	0	0

Tableau 17. Résumé des étapes du Protocole de production de semences à la ferme et des recommandations de l'ACPS (Canada)

Étapes	Moyens	Analyses ou activité obligatoire	Conditions
Parcelle	<b>Recommandations :</b> Isolation Contrôle des mauvaises herbes, hors-types, autres cultures, maladies		Pas d'inspection par un organisme indépendant
Récolte	<b>Recommandations :</b> Nettoyage et réglage de la batteuse Taux d'humidité du grain adéquat Séchage éventuel		Lorsque le travail est à forfait, présence de l'agriculteur  Céréales : 13 à 15 °C Soya : 14 à 16 °C Séchage éventuel par ventilation sans chauffage
Pré-criblage	Mesure préventive avant entreposage		Diminution du taux de <i>Fusarium</i> Éviter que le grain chauffe
Entreposage	<b>Recommandations :</b> Nettoyage adéquat	Registre de semences	Protocole de nettoyage déjà obligatoire pour la certification bio, intégré au cahier de champ, obligatoire par la certification biologique
Conservation	<b>Recommandations :</b> Ventilation adéquate		
Criblage des semences	<b>Recommandations :</b>  Compostage des criblures si fortement contaminées par la fusariose	Test de pureté Test de germination Test OGM (soya, canola) Test de contamination par les <i>Fusarium</i> (recommandé)	Échantillonnage indépendant et laboratoire accrédité Protocole d'échantillonnage reconnu Taux de germination minimal de 85 % pour semences de céréales et de soya (équivalent à la catégorie certifiées No1) L'évaluation de la contamination par les <i>Fusarium</i> est une mesure préventive pour le suivi sanitaire des semences

Ajouter la source

### Bibliographie :

- B. Estevez, 2007, Cours de production de semences à la ferme en régie biologique, SPGBQ
- H. Zaharia, P. Gaudin, B. Lassaigne, 2009, Cahier technique ; Variétés paysannes de maïs et tournesol pour une agriculture écologique et économe, Réseau Semences Paysannes, Agrobio Périgord, Bio d'Aquitaine
- M. Forté, 2013, Protocole à mettre en route pour les producteur désirants implanter des parcelles expérimentales à la pollinisation ouverte dans leur ferme. COOP Agriobio du Québec