

Essais de cultivars de maïs sucré de transformation en régie biologique

AVRIL 2022/FÉVRIER 2025

RAPPORT FINAL

Auteurs :

Marie Bipfubusa, Ph.D., chercheuse en régie des grandes cultures, CÉROM
Mélanie Lajoie, technicienne agricole, CÉROM

Collaborateurs :

Nicolas Bergeron, technicien agricole, CÉROM
Alexis Latraverse, professionnel de recherche, CÉROM
Myriam Gagnon, conseillère, PLTQ
Yves Duquet, directeur agricole, Les Aliments Nortera

1^{re} mars 2025

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

Table des matières

Essais de cultivars de maïs sucré de transformation en régie biologique	1
1. RÉSUMÉ DU PROJET	2
2. OBJECTIFS	3
3. APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE	3
3.1 Protocole	3
3.2 Collecte des données.....	4
3.3 ANALYSES STATISTIQUES DES DONNÉES.....	6
4. RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS	7
4.1 Développement des plants.....	7
4.2 Mauvaises herbe, maladies et ravageurs	10
4.3 Hauteurs des plants et hauteur du premier épis vendable	14
4.4 Rendement en épis entourés de spathes.....	16
4.5 Longueur et poids des épis sans spathes	18
4.6 Taux de récupération des grains et rendement en grains	20
5. CONCLUSIONS	23
6. DIFFUSION DES RÉSULTATS	24
7. APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE	26
9. REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS	28
RÉFÉRENCES.....	29
ANNEXE(S)	30

1. RÉSUMÉ DU PROJET

Les superficies cultivées en maïs sucré de transformation sous régie biologique ont doublé depuis les cinq dernières années, principalement à cause d'une demande accrue des consommateurs pour les produits biologiques. Actuellement, l'offre ne permet pas de répondre adéquatement à la demande croissante en produits biologiques des consommateurs québécois (Institut de la statistique du Québec, 2022), ce qui représente des opportunités intéressantes pour le développement de la production biologique du maïs sucré de transformation.

L'utilisation de cultivars adaptés au mode de production biologique est un des éléments clés de la réussite du secteur. Or, les cultivars de maïs sucré de transformation utilisés présentement en régie biologique par l'industrie sont en fait des cultivars performants en régie conventionnelle, sélectionnés et semés sans l'usage d'intrants. L'un des principaux défis associés à l'exploitation de ce potentiel consiste à trouver des hybrides adaptés à l'environnement de la production biologique et aux conditions météorologiques extrêmes, associées de plus en plus aux changements climatiques. Les producteurs de maïs sucré destiné à la transformation recherchent des cultivars performants, peu sensibles aux maladies et aux insectes ravageurs, et dont les critères de qualité correspondent aux exigences des acheteurs.

Ce projet a été conçu pour pallier la faible disponibilité des informations sur la performance de rendements des cultivars de maïs sucré destinés à la transformation en conditions de production biologique. Le projet vise à évaluer la performance en régie biologique de cultivars disponibles de maïs sucré destiné à la transformation en vue de favoriser l'essor du secteur québécois de production biologique du maïs sucré de transformation.

De 2022 à 2024, le CÉROM en collaboration les Aliments Nortera et les Producteurs de légumes de transformation du Québec (PLTQ) a mené des essais sur son site expérimental à Saint-Mathieu-de-Beloeil. Au total, 12 hybrides de maïs sucré issus de trois compagnies semencières ont été testés au moins pendant une saison : 5 hybrides en 2022, 7 hybrides en 2023 et 8 hybrides en 2024. En plus des rendements en épis, les taux de récupération des grains, les paramètres principaux de croissance et la présence des mauvaises herbes, maladies et ravageurs ont été évalués. Les résultats obtenus ont permis d'identifier des cultivars répondant aux exigences des producteurs et des transformateurs et mieux adaptés aux conditions météorologiques difficiles (sécheresse, inondations). Cependant, certains hybrides n'ayant été testés qu'une ou deux saisons, d'autres essais sont nécessaires pour valider les résultats. Il nous apparaît donc primordial de poursuivre des essais variétaux, de préférence dans plusieurs contextes agropédoclimatiques. Cela permettra d'identifier les hybrides de maïs sucré de transformation les mieux performants dans des conditions environnementales souvent adverses en régie biologique et dans des conditions météorologiques extrêmes associées de plus en plus aux changements climatiques et d'assurer ainsi une viabilité financière des entreprises productrices de maïs sucré destiné à la transformation en régie biologique.

2. OBJECTIFS

L'objectif général de ce projet est d'évaluer la performance en régie biologique de cultivars disponibles de maïs sucré destiné à la transformation en vue de favoriser l'essor du secteur québécois de production biologique du maïs sucré de transformation.

Les objectifs spécifiques de ce projet sont :

- Fournir de l'information sur la productivité et la qualité de nouveaux cultivars de maïs sucré destinés à la transformation;
- Identifier les cultivars de maïs sucré ayant un potentiel de rendement supérieur en conditions de production biologique;
- Développer la compétitivité des entreprises québécoises du secteur des légumes de transformation en identifiant les cultivars les mieux adaptés et les plus performants.

3. APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

3.1 Protocole

Le protocole utilisé dans ce projet est similaire à celui utilisé au CÉROM pour les essais de cultivars maïs sucré destiné à la transformation en régie conventionnelle. Il a été modifié afin de respecter les exigences de l'agriculture en régie biologique.

Les essais ont été réalisés au CÉROM, à Saint-Mathieu-de-Beloeil (zone climatique 1). Depuis 2011, le CÉROM préserve une partie de ses terres pour des essais en régie biologique. Bien que ces zones n'aient pas la certification biologique, aucun engrais chimique ou pesticide n'y a été appliqué depuis ce moment. Le sol de ce site est un loam argileux St-Urbain et est drainé à 15 m. Au printemps 2022 et à l'automne 2023, les sols de surface ont été échantillonnés dans l'emplacement prévu avant l'implantation des parcelles. Par la suite, lors des trois années de l'essai, soit de 2022 à 2024, les essais ont été implantés sur un retour d'engrais vert constitué d'un mélange de pois fourrager et d'avoine et la fertilisation a été appliquée selon les recommandations du Guide de référence en fertilisation (CRAAQ, 2018) sous forme de fumier de poule (Actisol). Le travail de sol primaire a été par un passage de déchaumeuse. À la suite de tests de germination, le semis des essais a été fait, idéalement entre le 5 juin et le 10 juin, ou dès que l'accumulation de degrés-jour le permettait, à l'aide d'un semoir Monosem. La population finale visée était de 20 000 grains/acre ou 49 420 grains/ha. Le semoir a été calibré de façon qu'il n'y ait que 7 grains/m (70 000 grains/ha) et les plants excédentaires ont été arrachés plus tard.

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc complet aléatoire avec quatre répétitions de chaque cultivar testé (4 à 7 cultivars hybrides et un cultivar témoin) (Figure 1). Des parcelles de 6 m de long constituées de 4 rangs espacés de 75 cm ont été utilisées, pour une superficie totale de 18 m² par parcelle.

Chaque répétition a été espacée des autres par des allées de 3m. Les cultivars ainsi que les témoins ont été distribués de façon aléatoire dans les 4 blocs espacés par des allées de 3m. Les essais étaient entourés de parcelles de garde dans lesquelles ont été semés l'hybride témoin.

Le désherbage mécanique a été effectué selon plusieurs étapes, selon les dispositions de la météo et la disponibilité des ressources matérielles et humaines. A priori, un passage de peigne sera effectué au stade prélevé suivi d'un passage de houe double au stade 1 feuille. Par la suite, des passages successifs (nombre de passages variant de 1 à 4 selon la compétition des adventices sur la culture) d'un outil de sarclage doigts type Kress ont été effectués jusqu'à ce que la culture aie atteint le stade 8 feuilles et d'un outil multifraise pour le sarclage dans les entre parcelles. Le contour des parcelles était nettoyé avec le tracteur et le vibroculteur.

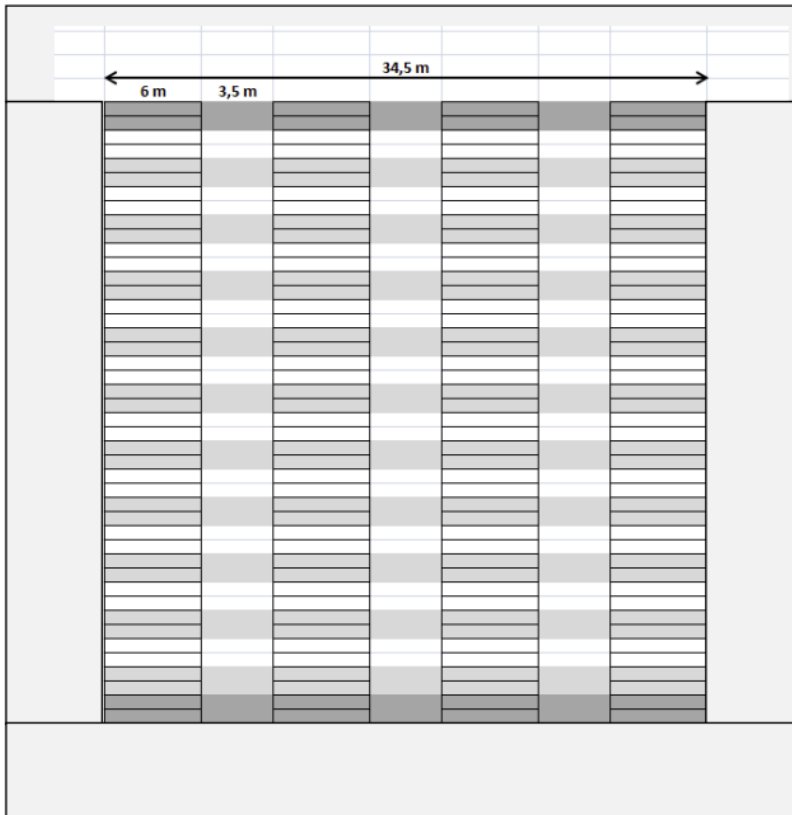


Figure 1 Plan du dispositif expérimental utilisé, incluant les parcelles de gardes (en gris pâle).

3.2 Collecte des données

Chaque saison, les paramètres suivants ont été évalués dans chaque parcelle :

- Évaluation de la levée et 5 jours après la levée :
- Dommages dus aux sarclages :
 - Plantules coupées ou complètement enterrées par les passages de houe ou de peigne ;
 - Plantules endommagées par les passages de sarcleur Kress ou autres sarcleurs.
- Dommages dus aux insectes et aux maladies :
 - Plantules mortes dues aux insectes;
 - Plantules mortes dues à la fonte de semis ;
 - Plantules mortes dues à d'autres facteurs (maïs enroulé qui n'arrive pas à sortir du sol, présence de racines mais pas de plantule) ;
 - Grains pourris.
- Évaluation de la vigueur à 5 jours après l'émergence :

- La vigueur printanière est représentée par la rapidité d'émergence des semences après le semis. Le critère sera évalué selon une échelle de 0 à 9 pour chacune des parcelles. Ce critère est particulièrement important en mode biologique puisque le démarrage rapide de la culture permet un avantage compétitif par rapport aux adventices.
- Suivi des stades de développement des plants de maïs :
 - Début d'apparition des croix (pour chaque cultivar);
 - Début d'apparition des soies (pour chaque cultivar);
 - 50% en soie pour chaque cultivar (le 50% en soie est atteint lorsque 1 plant sur 2 est en soie).
- Un dépistage des insectes et des maladies a été réalisé sur une base hebdomadaire dans le but de déterminer l'évolution des populations d'insectes (pyrale du maïs, ver de l'épi, ver-gris occidental du haricot (VGOH), légionnaire d'automne) ou de l'intensité des maladies (charbon). Le type de dépistage a été établi selon les espèces présentes.
- Évaluation de la présence des mauvaises herbes. Puisque l'utilisation d'intrants chimiques n'est pas permise en régie biologique, la compétitivité aux adventices est un critère crucial pour ce mode de production. Le critère a été évalué pour chacune des parcelles selon une échelle de 0 à 9. Les adventices présentes ont également été identifiées pour chaque parcelle.
- Certains critères d'évaluation ont pu être rajoutés au fur et à mesure que le projet évoluait, en fonction des observations faites.

La date de récolte a été déterminée par le pourcentage d'humidité ($76\% \pm 1\%$) des grains (2 épis/répétition dans chacun des deux rangs de garde/rangs extérieurs). Les données suivantes ont été prises avant la récolte, en échantillonnant 5 plants par parcelle, sur les deux rangs centraux :

- Hauteur du plant (du sol à l'extrémité de la plante);
- Hauteur de l'épi vendable le plus bas (point d'attache de l'épi).

Une fois la récolte terminée, les données suivantes ont été collectées :

- Rendement (kg/ha);
- Dommages causés à l'épi par des larves de la pyrale du maïs;
Pourcentage d'épis intacts et exempts de moisissures;

Tout au long de la saison, diverses données météo ont été compilées :

- Degrés-jours (incluant l'accumulation des degrés-jours au moment de la récolte);
- Précipitations.

Les informations et résultats suivants figurent dans le rapport:

- Nom du cultivar;
- Nom du fournisseur ;
- Type de cultivar (normal, renforcé ou super sucré);
- Dates de semis, du 50% en soies et de la récolte;
- Vigueur et dommages observés à la levée et 5 jours après la levée;
- Nombre de jours du stade 50% en soies à maturité;
- Hauteur des plants;
- Hauteur de l'épi vendable le plus bas;
- Longueur de l'épi;
- % d'humidité ;
- Rendements;

- Rendements relatifs et % de récupération;
- Présence de dommages occasionnés aux épis à la récolte.

3.3 ANALYSES STATISTIQUES DES DONNÉES

Toutes les figures et les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R v.4.1.2 (R Core Team, 2022). Avant de procéder aux analyses, les données ont été explorées visuellement suivant le protocole décrit dans Zuur et al. (2010).

Le poids des épis, l'humidité à la récolte, le rendement, le rendement en grains, et le pourcentage de récupération des grains, ont été analysées à l'aide de modèles linéaires généralisés [*Generalized Linear Models* ou GLM; fonction `stats::glm()`]. La hauteur et la longueur des épis, ainsi que la hauteur des plants ont été analysées à l'aide de modèles linéaires généralisés mixtes [*Generalized Linear Mixed Models* ou GLMM; fonction `lme4::lmer()` (Bates et al., 2015)] en utilisant la parcelle comme ordonnée à l'origine aléatoire afin de tenir compte de la non-indépendance des observations (pseudo réplication) (Pinheiro & Bates 2000; Bolker 2009). Dans tous les cas, les modèles ont été ajustés en utilisant une distribution de l'erreur normale et une fonction de lien identité et les effets principaux étaient le Cultivar et le Bloc.

Les conditions de normalité et d'homoscédasticité des modèles ont été vérifiées visuellement à l'aide de graphiques des résidus, ainsi que par des tests de Shapiro-Wilk [fonction `stats::shapiro.test()`] et de Levene [fonction `car::leveneTest()`], respectivement, effectués sur les résidus du modèle. Les effets principaux ont été testés à l'aide de tests du rapport de vraisemblance [*Likelihood Ratio Test* ou LRT; fonction `car::Anova()`]. En cas de résultat significatif, les moyennes étaient comparées à l'aide de la procédure des « moyennes marginales estimées » [*Estimated Marginal Means* ou EMMEANS; fonction `emmeans::emmeans()`] avec correction de Tukey pour tests multiples. Les résultats de ces comparaisons ont été représentés par des lettres au-dessus des barres dans les figures, les cultivars avec des lettres en commun ne différant pas significativement les uns des autres. Toutes les analyses ont été faites avec un seuil $\alpha = 0,05$. Les barres d'erreurs dans les figures correspondent à l'erreur-type.

4. RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

4.1 Développement des plants

4.1.1 Essai 2022

Le tableau 1 présente les données relatives aux stades de développement des cinq hybrides testés dans l'essai de 2022. Les plants de tous les hybrides ont émergé et atteint un niveau de levée de 80% aux mêmes dates, respectivement 10 et 14 jours après semis (JAS). Les hybrides ont tous démontrés une bonne vigueur à l'établissement, particulièrement pour les cultivars Kamet et GSS3951 avec une cote de 8. Les cinq hybrides ont ensuite montré des différences au cours de la saison de croissance, en ce qui a trait à l'apparition des soies et de la maturité physiologique. Le cultivar Messenger a atteint la maturité physiologique de façon plus tardive (+ 5 jours et + 54 degrés-jours) que les autres cultivars testés. La maturité physiologique de ces derniers ayant été atteinte à la même date à 92 JAS.

Tableau 1. Données relatives aux stades de développement des hybrides testés en 2022.

Hybrides	Source	Date de semis	Date de levée 80%	Vigueur des plants au stade 3 feuilles (échelle de 0 à 9)	Soies à 50% - JAS	Récolte			
						Date	JAS	Humidité des grains (%)	Degrés-jours (10°C)
GSS3951	Syngenta	07-06-2022	21-06-2022	8	66	2022-09-07	92	77,61	955
Coronado	Harris-Moran	07-06-2022	21-06-2022	7	65	2022-09-07	92	79,83	955
Kamet	Harris-Moran	07-06-2022	21-06-2022	8	63	2022-09-07	92	78,48	955
Messenger	Seminis	07-06-2022	21-06-2022	7	67	2022-09-07	97	77,51	1009
Pronghorn	Seminis	07-06-2022	21-06-2022	7	63	2022-09-12	92	77,87	955
Moyenne				7,4	64,8		93	78,3	966
CV (%)				7	3		2	1	3

4.1.2 Essai 2023

L'essai de 2023 comportait sept hybrides provenant de trois compagnies semencières (Harris-Moran, Seminis et Syngenta), soit un hybride de plus que le nombre initialement prévu dans le protocole (Tableau 2). Parmi eux, trois étaient nouveaux (GSS 8937, Overland et HMX59YS718) et quatre (GSS3951, Pronghorn, Kamet et Messenger) avaient été également testés en 2022. Les données relatives aux stades de développement des plants sont présentées dans le Tableau 2.

Les sept hybrides ont été semés à la même date, soit le 16 juin 2023, et ont tous émergé 10 jours après semis (JAS). Cependant, les conditions de sécheresse au semis suivi de pluies abondantes (Annexe 1), de forts vents et des inondations qui sont survenus au mois de juillet ont affecté différemment le développement des plants des hybrides testés. La majorité des hybrides ont eu une levée plus rapide et homogène, et ont atteint 80% de levée entre 10 et 12 JAS dans les quatre blocs. Cependant, l'hybride GSS 8937 a atteint 80% de levée dans trois blocs seulement, et ce très tardivement et de façon irrégulière (entre 19 et 21 JAS selon le bloc). Les sept hybrides testés ont également montré des différences plus tard dans leur saison de croissance. Au niveau de la vigueur des plants au stade 3 feuilles (5 jours après la levée), les plants de tous les hybrides avaient une faible vigueur, en comparaison avec ceux de 2022, ce qui est attribuable aux conditions de stress hydrique qui ont prévalu pendant la saison. Cependant, le témoin GSS3951

avait la meilleure cote (cote 6), tandis que les hybrides Pronghorn, Overland et Messenger avaient les plus petites cotes (cote 2,5, 3 et 3,5, respectivement).

Des différences étaient également observées au niveau des densités de population. La population la plus dense a été obtenue avec le témoin GSS3951 et Kamet (en moyenne 5,3 et 5,2 plants par mètre linéaire, respectivement), tandis les plus faibles ont été obtenues avec les hybrides GSS 8937 et HMX59YS718 (2,1 et 1,3 plants par mètre linéaire, respectivement). Le nombre moyen de plants qui était visé sur les deux rangs centraux qui ont été récoltés était de 24-26 plants. Cependant, seuls trois hybrides, soit GSS3951 (25,4 plants), Messenger (25,3 plants) et Kamet (24,6 plants), ont rempli ce critère. Les hybrides Overland (22,6 plants) et particulièrement Pronghorn (18,8 plants), GSS 8937 (12,8 plants) et HMX59YS718 (8,3 plants) étaient en-dessous du compte.

Les hybrides testés ont également atteint le stade 50% de soies à différentes dates. Les hybrides HMX59YS718 et Messenger ont eu la même date d'apparition de 50% de soies que l'hybride témoin GSS3951, soit 63 JAS. En comparaison, l'apparition des soies est survenue plus tôt chez les hybrides GSS 8937, Kamet et Pronghorn (de 4, 4 et 3 jours, respectivement). Seul l'hybride Overland a eu une apparition de 50% de soies tardive (+ 1 jour) par rapport au témoin GSS3951.

Les hybrides testés ont montré également des différences au niveau de leur date de maturité physiologique. L'hybride GSS 8937 et le témoin GSS3951 ont été les plus hâtifs, avec une maturité physiologique atteinte à 88 JAS. La maturité physiologique est survenue deux jours plus tard pour les hybrides Kamet, Pronghorn et HMX59YS718, et trois jours plus tard pour l'hybride Overland. Cependant, l'hybride Messenger a été le plus tardif de tout l'essai, soit de 9 jours par rapport au témoin GSS3951 (+ 9 jours et + 49 degrés-jours).

Tableau 2. Données relatives aux stades de développement des hybrides testés en 2023.

Hybrides	Source	Date de semis	Date de levée 80%	Vigueur des plants au stade 3 feuilles (échelle de 0 à 9)	Soies à 50% - JAS	Récolte			
						Date	JAS	Humidité des grains (%)	Degrés-jours (10°C)
GSS3951	Syngenta	16-06-2023	26-06-2023	6	63	12-09-2023	88	77,4	951
GSS 8937	Syngenta	16-06-2023	05-07-2023 (blocs 1 et 2) 07-05-2023 (bloc 3) Non atteinte (bloc 4)	4,25	59	12-09-2023	88	77,07	951
HMX59YS718	Harris-Moran	16-06-2023	Non atteinte pour les 4 blocs	4,25	63	14-09-2023	90	80,13	963
Kamet	Harris-Moran	16-06-2023	26-06-2023 (blocs 2 et 3) 28-06-2023 (blocs 1 et 4)	4,75	59	14-09-2023	90	79,66	963
Messenger	Seminis	16-06-2023	26-06-2023 (Blocs 1,2 et 3) 28-06-2023 (bloc 4)	3,5	63	21-09-2023	97	79,21	1000
Overland	Syngenta	16-06-2023	28-06-2023	3	64	15-09-2023	91	77,79	970
Pronghorn	Seminis	16-06-2023	28-06-2023	2,5	60	14-09-2023	90	79,28	963
Moyenne				4,0	61,6		91	79	966
CV (%)				29	3		3	2	2

4.1.3 Essai 2024

Les données relatives au développement des plants de l'essai 2024 sont présentées au Tableau 3. Les huit hybrides ont été semés le 12 juin et ils ont tous émergé 6 ou 7 jours après semis (JAS), soit le 18 et le 19.

L'hybride GSS 3071 a eu la levée la plus rapide et homogène et a atteint 80% de levée entre 8 et 10 JAS dans les quatre blocs. Une majorité des hybrides a eu une levée plus irrégulière, la levée à 80 % a été atteinte à des moments différents parmi les blocs d'une même variété, variant entre 8 et 16 JAS. Les plus tardifs ont été le témoin GSS3951, avec une levée à 80% 10 JAS pour un bloc et 16 JAS pour les trois autres blocs et l'hybride Pronghorn, dont 3 des 4 blocs ont atteint 80% de levée 14 JAS et un bloc à 16 JAS. Les hybrides Kamet et GSS1453 ont aussi eu un bloc chacun dont la levée 80% a été atteinte 16 jours PAS. L'hybride GSS 8937 n'a pas atteint 80% de levée dans ses 4 blocs.

Les sept hybrides testés ont également montré des différences plus tard dans leur saison de croissance. Au niveau de la vigueur des plants au stade 3 feuilles (5 jours après la levée), alors que le témoin GSS3951 avait une cote de 6, trois hybrides démontraient une meilleure vigueur avec la cote de 7, soit les hybrides WSS7620, GSS3071 et Column; ils étaient suivis de près par les hybrides GSS1453 (cote de 6,75) et Kamet (cote de 6,5). Pronghorn et GSS8937 avaient les plus petites cotes (cote 5.5 et 4.25 respectivement). De façon générale les hybrides montrent plus de vigueur que ceux de 2023 qui avaient été affectés par un stress hydrique important, mais sont moins vigoureux que lors de l'essai 2022 (voir tableaux 1 et 2).

Des différences ont également été notées au niveau des densités de population. La population la plus dense a été obtenue avec l'hybride GSS3071 (en moyenne 6,05 plants par mètre linéaire) suivi par les hybrides Column, Kamet, WSS7620 et GSS1453 (respectivement 5,9; 5,8; 5,6 et 5,5 plants/mètre linéaire). Les densités les plus faibles ont été obtenues avec les hybrides Pronghorn (4,2 plants/mètre linéaire) et GSS8937 (2,3 plants/mètre linéaire), tous deux en deçà de l'hybride témoin GSS3951 (4,7 plants/mètre linéaire).

Finalement, pour ce qui est de la maturité physiologique, la variété la plus hâtive fut GSS8937, avec une atteinte de la maturité physiologique à 86 JAS, alors que les variétés les plus tardives (WSS7620, Pronghorn, GSS1453 et GSS3951) ont atteint leur maturité physiologique à 100 JAS.

Tableau 3. Données relatives aux stades de développement des hybrides testés en 2024

Hybrides	Source	Date de semis	Date de levée 80%	Vigueur des plants au stade 3 feuilles (échelle de 0 à 9)	Soies à 50% - JAS	Récolte			
						Date	JAS	Humidité des grains (%)	Degrés-jours (10°C)
WSS 7620	Syngenta	2024-06-12	2024-06-20 (Bloc 1) 2024-06-21 (Bloc 4) 2024-06-22 (Bloc 2) 2024-06-26 (Bloc 3)	7	69	2024-09-20	100	74,31	1130
GSS 3071	Syngenta	2024-06-12	2024-06-20 (Bloc 1) 2024-06-21 (Bloc 2) 2024-06-22 (Blocs 3 et 4)	7	66	2024-09-19	99	76,31	1119
Pronghorn	Seminis	2024-06-12	2024-06-26 (Blocs 1,2 et 3) 2024-06-28 (Bloc 4)	5,5	63	2024-09-20	100	79,73	1130
GSS 8937	Syngenta	2024-06-12	Non atteinte pour les 4 blocs	4,25	63	2024-09-06	86	77,33	1002
Kamet	Harris-Moran	2024-06-12	2024-06-22 (Blocs 3 et 4) 2024-06-26 (Bloc 2) 2024-06-28 (Bloc 1)	6,5	63	2024-09-17	97	77,28	1095
Column	Harris-Moran	2024-06-12	2024-06-22 (Blocs 2,3 et 4) 2024-06-26 (Bloc 1)	7	64	2024-09-13	93	76,29	1051
GSS 1453	Syngenta	2024-06-12	2024-06-21 (bloc 2 et 4) 2024-06-22 (bloc 3) 2024-06-28 (Bloc 1)	6,75	69	2024-09-20	100	76,42	1130
GSS3951	Syngenta	2024-06-12	2024-06-22 (Bloc 1) 2024-06-28 (Blocs 2,3, et 4)	6	69	2024-09-20	100	75,1	1130
Moyenne				6,25	65,75		97	76,6	1098
CV (%)				16	4		5	2	4

4.1.4 Conclusion

Il est difficile de faire ressortir de grandes tendances puisque les données relatives au développement des hybrides sont différentes d'une année à l'autre, ce qui peut s'expliquer en partie par les variations des conditions météorologiques d'une année à l'autre (Annexes 1 et 2). Nous pouvons tout de même constater que lors des trois années de l'essai, l'hybride le plus hâtif a été GSS8937, en 2023 et 2024, avec une récolte à 86 JAS, alors que les hybrides les plus tardifs ont été Messenger, en 2022 et 2023, avec une récolte effectuée à 97 JAS lors de ses deux saisons d'essais, et les hybrides WSS7620, Pronghorn, GSS1453 et GSS3951 en 2024, avec une récolte réalisée à 100 JAS. En 2024, les hybrides ont atteint leur maturité physiologique plus tardivement que lors des essais des années précédentes. Ainsi les hybrides Kamet (récolte 97 JAS en 2024), Pronghorn et le témoin GSS3951 (récolte à 100 JAS en 2024), ont atteint leur maturité physiologique plus rapidement en 2023 et 2022, soit respectivement 90 et 92 JAS ces années pour Pronghorn et Kamet et 88 et 92 JAS pour GSS3951. On remarque aussi qu'en 2023 et 2024, l'hybride GSS8937 n'a pas atteint le 80 % de levée dans tous ses blocs de cultures et cet hybride avait les populations les plus basses lors de ces deux années de culture.

4.2 Mauvaises herbe, maladies et ravageurs

4.2.1 Essai 2022

L'essai 2022 n'a pas démontré de présence significative de maladie, d'insectes ou d'autres ravageurs et ce, tout au long de la saison.

4.2.2 Essai 2023

Les épisodes de pluies abondantes et d'inondations (Annexe 1) ont empêché les opérations de sarclage et ont donc favorisé le développement des adventices. La pression des mauvaises herbes à feuilles larges était forte notamment dans les parcelles des blocs 2 et 3 avec parfois jusqu'à 88% de recouvrement. Le chardon et l'amarante étaient les plus prépondérantes. Les graminées étaient moins abondantes ($\leq 10\%$ de recouvrement) et réparties de façon homogène dans les parcelles.

Les conditions humides de la saison ont également favorisé le développement des champignons chez certains hybrides. La présence du charbon a été détectée sur des épis de trois hybrides seulement (GSS 8937, HMX59YS718 et GSS3951). L'hybride GSS 8937 était le plus sensible avec 8,6% d'épis affectés comparativement aux hybrides HMX59YS718 et GSS3951 (3% et 0,5% d'épis affectés, respectivement).

Des amas d'œufs d'insectes étaient visibles sur quelques hybrides (œufs VGOH sur des plants de GSS3951 et de Messenger). La présence de pucerons a été observée sur des plants de Overland, mais ceux-ci n'ont occasionné que très peu de dommages.

4.2.3 Essai 2024

Adventices

Lors de l'essai 2024, les conditions météorologiques (Annexes 1 et 2) ainsi qu'une bonne planification du calendrier de travail au champ a permis de maintenir la pression des mauvaises herbes au plus bas. Les adventices vivaces étaient les plus nombreuses avec un pourcentage de recouvrement variant entre 8,75 et 18% selon les blocs, les principales espèces présentes dans le champ étant le Chardon et le laiteron des champs. Les adventices à feuilles larges – amarante et chénopode principalement – et les graminées – principalement de la Setaire verte – étaient présentes, mais en moins grande quantité que les vivaces.

En 2024, les conditions météo ont été favorables aux opérations de sarclage. Trois opérations de désherbage manuel et deux opérations de sarclage mécanique ont été effectuées, permettant un bon contrôle des adventices tout au long de la saison.

La présence du charbon a été détectée sur des épis de quatre hybrides GSS3951, GSS8937, Column et GSS3071. L'hybride le plus affecté a été l'hybride GSS8937 avec 12,1 % d'épis atteints à la récolte, comparativement aux hybrides GSS3951, Column et GSS3071 avec respectivement 1,2%; 1,9% et 0,9% d'épis atteints à la récolte.

Insectes ravageurs

Lors du premier dépistage, qui a eu lieu le 15 août, à la sortie des soies et des croix, des œufs et larves de VGOH ainsi que des larves de pyrale et de Légionnaire d'automne ont été observés sur quelques plants des hybrides WSS7620, GSS3071, Column, GSS1453 et GSS3951. La présence de pucerons du maïs a été constatée à travers l'essai dans une majorité de parcelles. De grandes colonies ont été observées sur les croix des plants de l'essai, mais ces insectes ravageurs n'ont occasionné que très peu de dommages à la culture. De nombreux insectes auxiliaires (coccinelles, orius et punaise prédatrice) ont aussi été observés à travers l'essai lors de ce premier dépistage.

Lors du dépistage en pré-récolte, réalisé le 3 septembre, des œufs et des larves de VGOH, ainsi que des larves de pyrale du maïs ont été dépistés sur des plants des hybrides WSS7620, Pronghorn, Column et GSS3951. Des chrysomèles des racines du maïs de l'ouest et du nord ont aussi été observé sur plusieurs plants de l'essai lors des dépistages. Les populations de pucerons avaient grandement diminué et seuls quelques pucerons ont été observés lors de ce deuxième dépistage.

Autres ravageurs : ratons laveurs et oiseaux noirs

Ratons laveurs : Malgré l'installation d'une clôture électrifiée le 8 août, des ratons laveurs se sont introduits dans les parcelles de l'essai. Il est possible que les clôtures aient mal fonctionnées à cause de l'usure des filets ou de la présence d'herbes ou de plants de maïs en contact avec la clôture. À compter du 3 septembre des dommages dus aux ratons laveurs ont été observés et répertoriés (Tableau 4). Les ratons se sont introduits dans l'essai et ont mangé des épis, principalement dans les bordures, mais aussi dans certaines parcelles de l'essai (Figure 2). L'hybride le plus affecté a été le GSS8937, dont 19 épis ont été mangés dans les rangs de récolte, possiblement parce que les plants étaient plus courts, en plus d'avoir versé. Les hybrides dont les épis étaient positionnés le plus bas étaient plus accessibles.

Oiseaux noirs : Le 16 septembre, lors de la visite au champ, des dégâts importants ont été constatés dans l'essai. L'extrémité des épis étaient grignotés (Figure 2). L'apparence des dommages et la présence de fientes sur le feuillage des plants ont permis d'en déduire qu'il s'agissait d'oiseaux noirs qui se nourrissent parfois dans les champs de maïs sucré, en épluchant l'épis pour se nourrir du contenu des grains en laissant le péricarpe (Leblanc et al., 2018). De grands groupes d'oiseaux, possiblement des étourneaux ont aussi été observés dans les jours suivant aux abords de l'autoroute 20, à proximité du champ. La localisation et l'isolement de l'essai (seul au centre d'un champ de soya qui avait été fauché par le producteur, éloigné du CÉROM et de toute activité humaine) pourraient expliquer la présence des oiseaux (Leblanc et al., 2018). Puisque les oiseaux ont fait des dommages pendant les récoltes alors que les épis avaient presque atteint leur maturité, les épis légèrement atteints (moins de 10% de dommages à l'épis) ont été récoltés et les épis plus atteints (plus de 10% de dommages à l'épis) ont été laissés au champ puisque les rendements pouvaient être affectés. L'ensemble des parcelles a été attaqué par les oiseaux, mais les rendements de deux hybrides, Column et GSS8937, n'ont pas été touchés puisque ces deux variétés avaient déjà été récoltées. Pronghorn est l'hybride ayant été le plus atteint par les attaques des oiseaux noirs, alors que 19 épis ont été retirés des rangs 2 et 3 des trois blocs de récolte de l'essai (Tableau 4).



Figure 2. Épis endommagés par des oiseaux, essais de maïs sucré bio 2024.

Tableau 4. Dommages causés par les ravageurs – rats laveurs et oiseaux – dans l’essai 2024 de maïs sucré biologique.

Cultivars	Sources	Dommage ravageur - rats Nb d'épis abimés, sortis des parcelles, rangs 2 et 3 (récolte)	Dommage ravageur - oiseaux noirs Nb d'épis abimés, sortis des parcelles, rangs 2 et 3 (récolte)
Column	Harris-Moran	0	0
GSS 1453	Syngenta	0	8
GSS 3071	Syngenta	4	6
GSS 8937	Syngenta	19	0
GSS3951	Syngenta	1	7
Kamet	Harris-Moran	0	3
Pronghorn	Seminis	2	19
WSS 7620	Syngenta	0	8

4.2.4 Conclusion

L’hybride GSS8937 a semblé être plus sensible au charbon lors des essais en 2023 et 2024, avec un pourcentage d’épis affectés de 8,6% en 2023 et de 12,1% en 2024.

Lors des essais de 2023 et 2024, des œufs et des larves d’insectes nuisible ont été détecté en faible quantité sur les plants de l’essai. Le nombre peu élevé de ravageurs a probablement fait en sorte que peu de dégâts ont été observés sur les cultures. En effet, les plants où ont été dépistés les larves et les œufs d’insectes ravageurs ont eu de bons rendements. Il s’agit des hybrides GSS3951 et Messenger en 2023; et des hybrides WSS7620, GSS3071, Column, Pronghorn, GSS1453 et GSS3951 en 2024.

Cependant, la présence d’autres ravageurs, dans ce cas-ci des rats-laveurs et des oiseaux noirs, a eu un impact sur le rendement de certains hybrides lors de l’essai 2024. L’hybride GSS8937 a été particulièrement affecté par la présence de rats-laveurs dans le périmètre de l’essai. La

hauteur des plants, un effet de verse et une faible population dans les parcelles de cet hybride peuvent possiblement expliquer l'étendue des dommages causés par les rats. Les oiseaux noirs ont causé beaucoup de dommages sur plusieurs épis en fin de saison lors de l'essai 2024. Les dommages étaient visibles dans toutes les parcelles de l'essai non encore récoltées été touchées mais l'hybride Pronghorn a été le plus touché et son rendement a assurément été affecté.

4.3 Hauteurs des plants et hauteur du premier épis vendable

4.3.1 Essai 2022

Les cinq hybrides testés ont montré des différences significatives au niveau de leur croissance (Figure 3). La hauteur des plants et la hauteur du 1^{er} épis vendable de l'hybride Messenger avaient tendance à être supérieures à celles du témoin GSS3951 alors que Pronghorn et de Coronado avaient des plants de plus petite taille que ceux de l'hybride témoin. Kamet et le témoin GSS3951 étaient comparables pour ces deux paramètres.

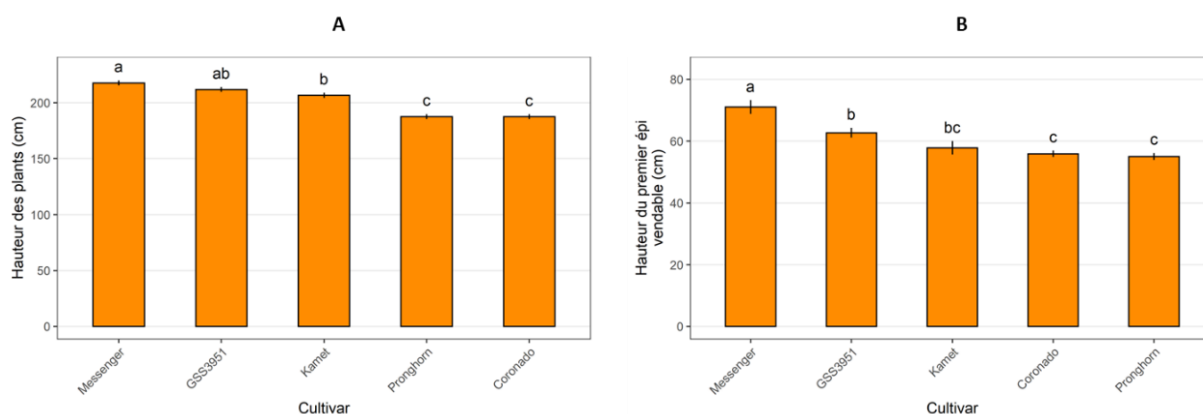


Figure 3. Hauteurs moyennes des plants (A) et du premier épis vendable (B) des hybrides de maïs sucré testés en 2022. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.3.2 Essai 2023

À la maturité, la hauteur moyenne des plants entiers variait entre 163 cm et 211 cm (**Figure 4A**) tandis que celle du premier épis vendable variait entre 34,6 cm et 62,7 cm (**Figure 4B**). Les hybrides GSS3951, Messenger et Kamet ont les plants les plus hauts tandis que GSS 8937, suivi de Pronghorn et HMX59YS718 ont les plants les plus courts. La tendance est la même pour la hauteur du premier épis vendable pour ces six hybrides. Quant à l'hybride Overland, son premier épis est positionné à la même hauteur que celui des trois hybrides ayant les plants les plus hauts (témoin GSS3951, Messenger et Kamet) alors que ses plants sont plus petits que ceux du témoin GSS3951 et Messenger.

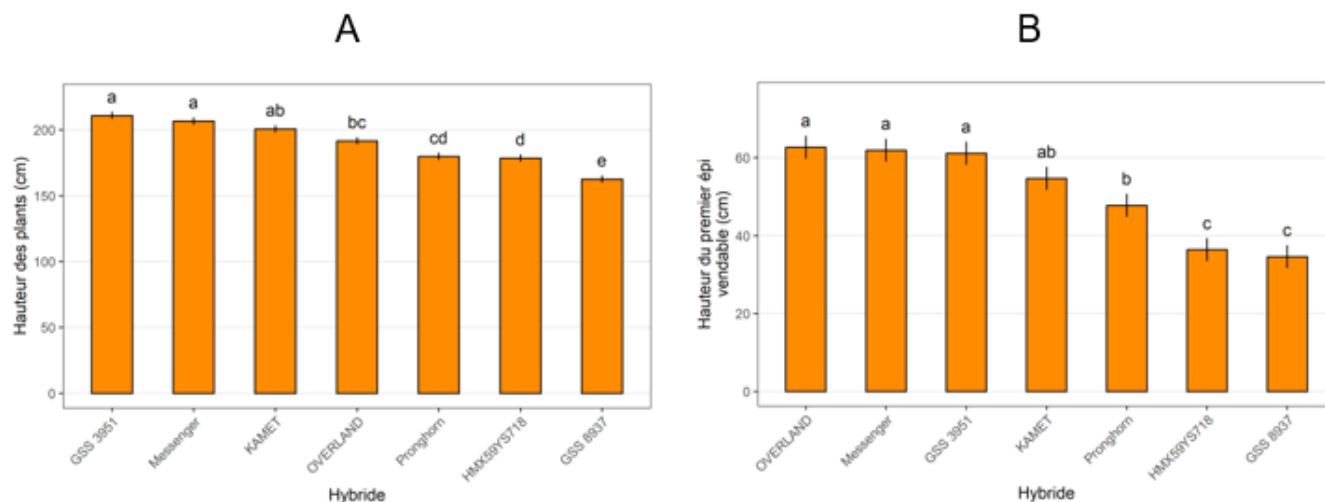


Figure 4. Hauteur moyenne des plants (A) et du premier épi vendable (B) des hybrides de maïs sucré testés en 2023. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.3.3 Essai 2024

À la maturité, la hauteur moyenne des plants entiers variait entre 149,9 cm et 228,75 cm (**Figure 5A**) tandis que celle du premier épi vendable variait entre 31,2 cm et 91 cm selon l'hybride (**Figure 5B**). L'hybride WSS7620 avait les plants les plus hauts tandis que GSS8937 avait les plants les plus courts, et la même tendance était observée pour le positionnement du premier épi vendable. Il faut noter que les plants de cet hybride avaient aussi versé lors de deux événements de fortes pluies et de vents forts, les 25 juillet et 9 août. Les plants des six autres hybrides avaient des hauteurs de plants comparables. Cependant, les premiers épis vendables des hybrides GSS1453 et GSS3071 étaient plus hauts que celui du témoin et inversement pour ceux des hybrides Pronghorn, Kamet et Column.

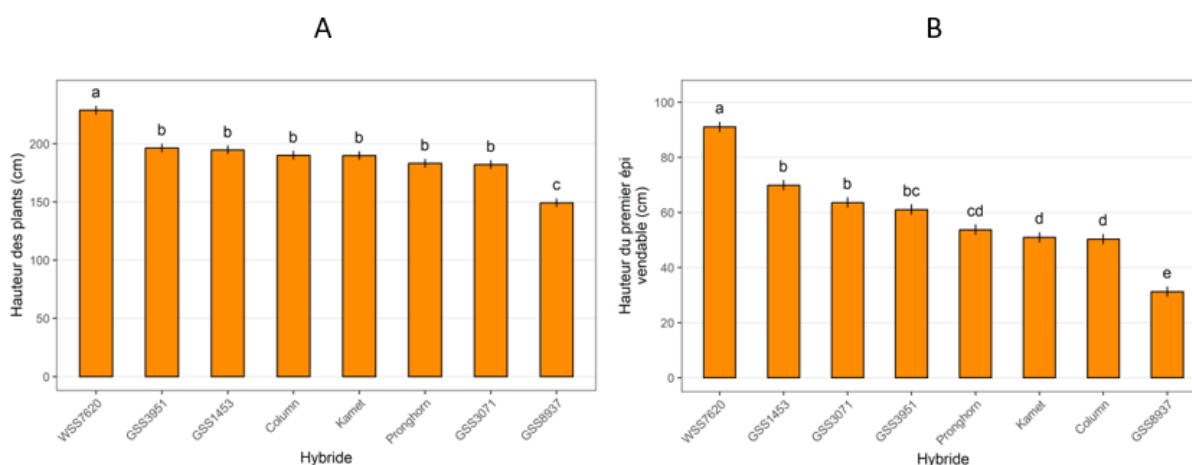


Figure 5. Hauteurs moyennes des plants (A) et du premier épi vendable (B) des hybrides de maïs sucré testés en 2024. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.3.4 Conclusion

Deux hybrides se sont démarqués par des plants plus hauts que ceux du témoin GSS3951. Pendant les deux premières saisons où il était testé, l'hybride Messenger avaient les plants les plus hauts de l'essai. Lors de la saison 2024, c'était le nouvel hybride WSS7620 lors de la saison 2024 (Messenger n'était pas testé cette année). L'hybride Kamet a été constant et a présenté une hauteur moyenne des plants assez semblable lors des trois années d'essais, soit près de 200 cm, plus petite que celle des plants l'hybride témoin. Les premiers épis vendables les plus hauts étaient observés sur les plants de Messenger en 2023 alors que les hybrides Overland et WSS7620 testés pour la première fois qui se sont démarqués en 2022 et 2024, respectivement. L'hybride GSS8937 a quant à lui plutôt produit les plus petits plants, avec le premier épi vendable le plus bas lors des deux années (2023 et 2024) où il était à l'essai.

4.4 Rendement en épis entourés de spathes

L'ensemble des données de rendement en épis entourés de spathes rendements (kg/ha et t(us)/ac) pour les trois premières années de l'essai (2022-2024) sont présentées en annexe (Annexe 3).

4.4.1 Essai 2022

Les rendements moyens (épis entourés des spathes) ont varié entre 21 114 kg/ha et 25 410 kg/ha (**Figure 6**). Les hybrides Kamet, Pronghorn et le témoin GSS3951 avaient des rendements similaires mais significativement inférieurs à celui de l'hybride Messenger. L'hybride Coronado avait un rendement intermédiaire sans différence significative avec les autres hybrides.

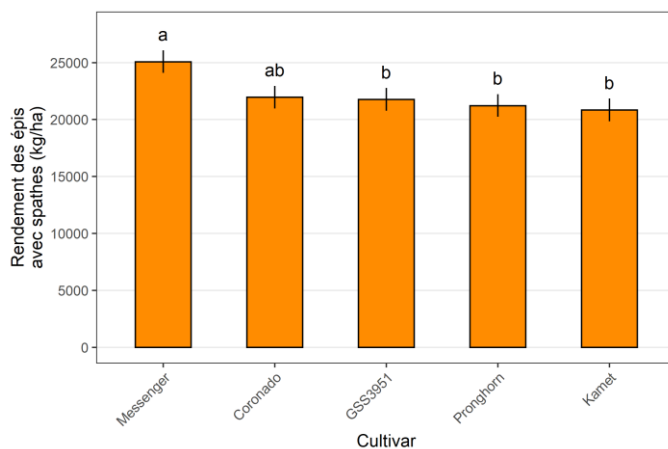


Figure 6. Rendement en épis entourés des spathes des hybrides testés en 2022. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.4.2 Essai 2023

Les rendements moyens (épis entourés des spathes) ont varié entre 6408 kg/ha et 19560 kg/ha (**Figure 7**). Messenger a fourni le rendement le plus haut, demeurant néanmoins statistiquement comparable à celui du témoin GSS3951. Pronghorn, HMX59YS718 et GSS 8937 ont produit des rendements les plus bas, ce qui était cohérent avec leurs faibles densités de population.

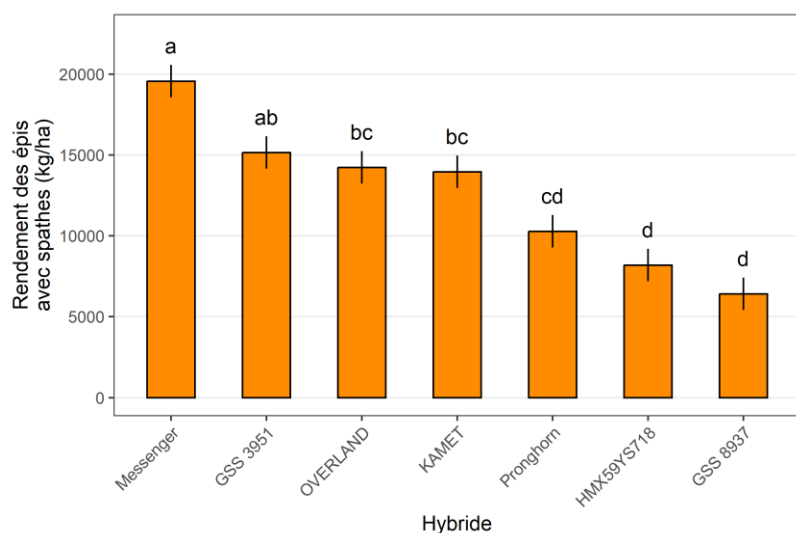


Figure 7. Rendement en épis entourés des spathes des sept hybrides testés en 2023. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.4.3 Essai 2024

Les rendements moyens (épis entourés des spathes) ont varié entre 6 828 kg/ha et 15 140 kg/ha (**Figure 8**). Column a fourni le rendement le plus haut, mais tout de même comparable à celui des autres hybrides à l'exception de l'hybride GSS8937. En effet, ce dernier a présenté le plus bas rendement, qui était vraisemblablement dû à sa faible densité de population et aux dommages causés par des rats laveurs. De même, le rendement de l'hybride Pronghorn, qui s'est retrouvé en queue de peloton, a été également affecté par les ravages causés par des oiseaux en fin de saison.

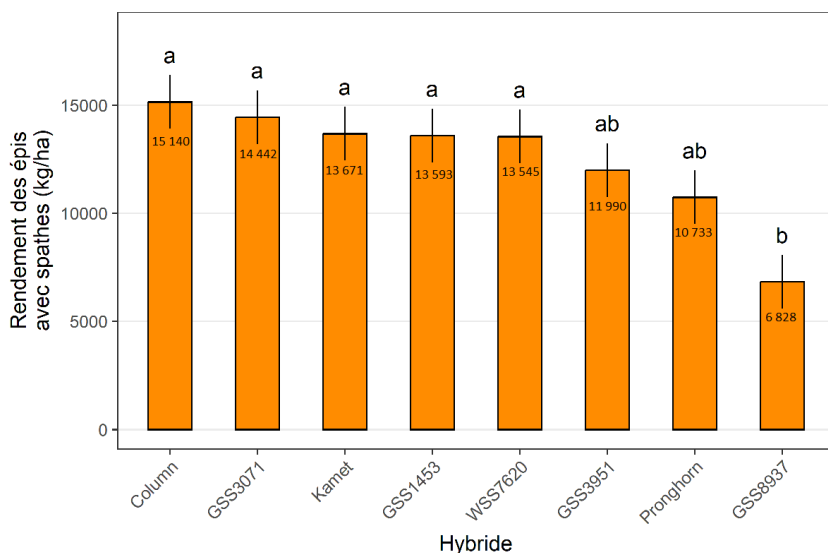


Figure 8. Rendement en épis entourés des spathes des sept hybrides testés en 2024. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.4.4 Conclusion

La moyenne des rendements des hybrides a diminué de la première année à la troisième année de l'essai. Alors qu'ils atteignaient plus de 20 000 kg/ha en 2022 pour tout les hybrides, ils ont ensuite diminué en 2023 et 2024 pour se trouvés entre 10 000 et 15 000 kg/ha pour une majorité d'hybride. Ce qui peut s'expliquer en partie par les conditions météorologiques difficiles en 2023 et par la présence de ravageurs qui ont eu un impact sur le rendement sur l'essai en général et certains hybrides en particulier lors de l'essai 2024.

Il semble tout de même que l'hybride Messenger testé uniquement en 2022 et 2023 a eu tendance à produire des rendements supérieurs à celui de l'hybride témoin GSS3951. Les hybrides Kamet et Pronghorn, présent au champ lors des trois années de l'essai, ont quant à eux produit des rendements semblables ou légèrement plus bas que ceux du témoin GSS3951, lors des trois années au champ. En revanche, les rendements de l'hybride GSS8937 étaient plus bas que ceux l'hybride témoin GSS3951 lors de ses deux années d'essais au champ.

4.5 Longueur et poids des épis sans spathes

4.5.1 Essai 2022

Les épis de l'hybride Messenger avaient une longueur moyenne comparable à celles des épis de l'hybride témoin GSS3951 et de l'hybride Coronado. Cependant, ils étaient plus longs que ceux des hybrides Kamet et Pronghorn (**Figure 9A**), Kamet étant le seul hybride à produire des épis plus courts que ceux du témoin GSS3951. L'hybride Pronghorn s'est distingué par de gros épis (**Figure 9B**) même ses quatre autres hybrides dont le témoin GSS3951 présentaient des épis de poids similaires.

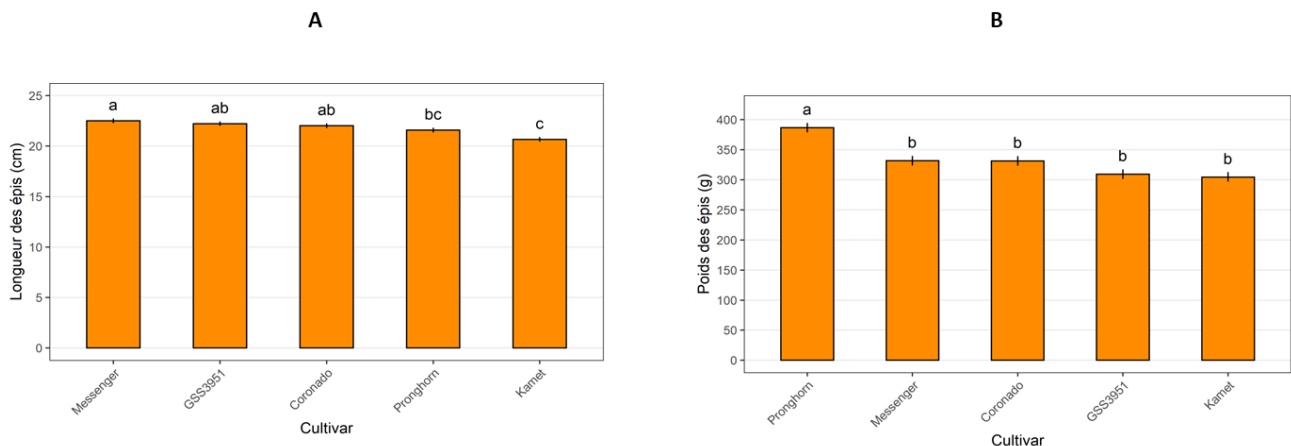


Figure 9. Longueur (A) et poids (B) des épis des sept hybrides testés en 2022. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.5.2 Essai 2023

La longueur moyenne des épis variait entre 19,1 cm et 22,1 cm (**Figure 10A**). Messenger et GSS8937 ont produit les épis les plus longs tandis que HMX59YS718 et Kamet avaient les épis les plus courts. En comparaison avec le témoin GSS3951, seul l'hybride Messenger avait des épis

plus longs tandis que les hybrides Pronghorn, HMX59YS718 et Kamet avaient des épis plus courts.

Le poids moyen des épis variait entre 296 g et 367 g (**Figure 10B**). Tous les hybrides avaient tendance à produire des épis plus gros que ceux du témoin GSS3951. Messenger et Pronghorn étaient les seuls hybrides à produire des épis qui étaient statistiquement plus gros que ceux du témoin GSS3951.

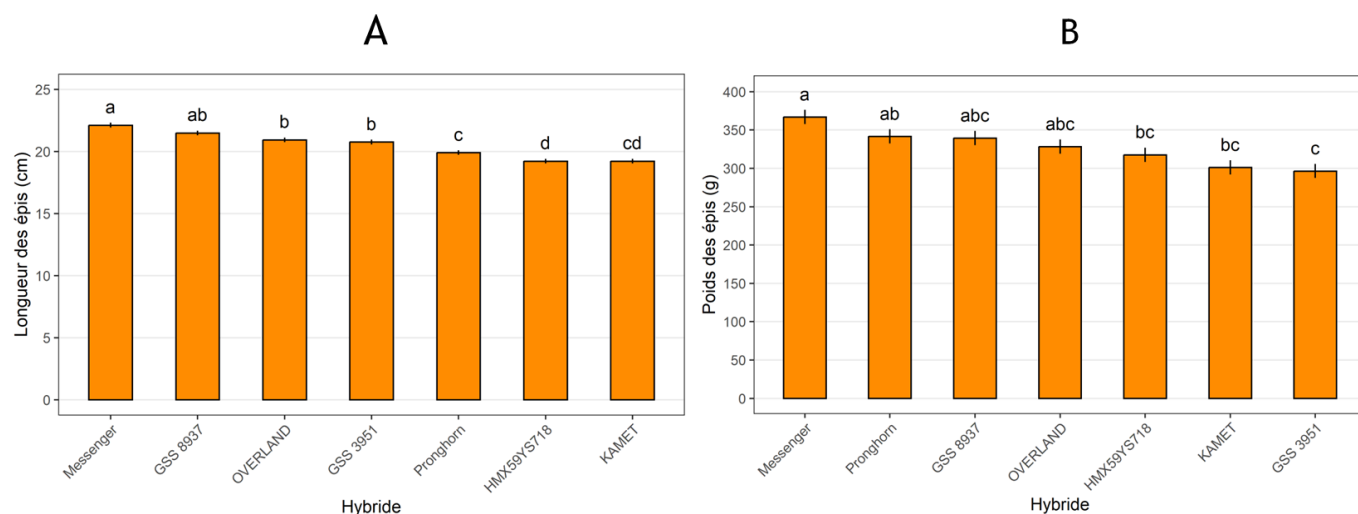


Figure 10. Longueur (A) et poids (B) des épis des hybrides testés en 2023. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.5.3 Essai 2024

La longueur moyenne des épis variait entre 19,6 cm et 22,4 cm (**Figure 11A**). Les hybrides WSS7620, Column et GSS8937 ont produit les épis les plus longs tandis que Kamet avait les épis les plus courts, bien qu'aucune différence statistique entre les hybrides testés n'ait été observée.

Le poids moyen des épis variait entre 298 g et 340 g (**Figure 11B**) et étaient légèrement plus bas que lors des deux essais précédents. La majorité des hybrides avaient tendance à produire des épis plus gros que ceux du témoin GSS3951. GSS3071 était le seul hybride à avoir des épis plus petits que ceux du témoin, mais il n'a montré de différence significative qu'avec l'hybride Pronghorn.

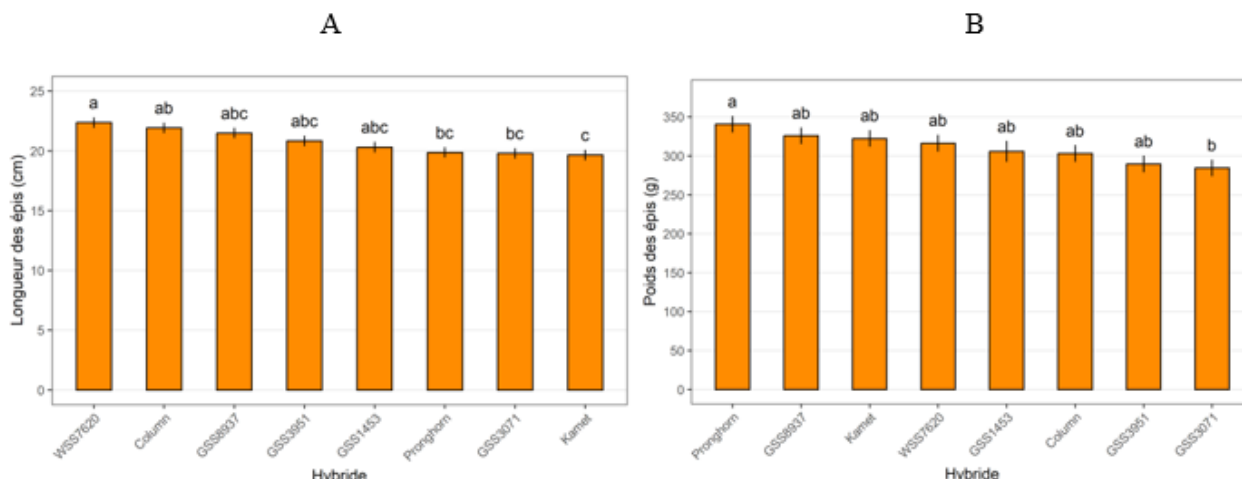


Figure 11. Longueur (A) et poids (B) des épis des hybrides testés en 2024. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.5.4 Conclusion

Bien qu'il y ait peu de différence significative entre les hybrides pour le poids et la longueur de l'épis lors des trois années d'essai au champ, nous remarquons tout de même que l'hybride Messenger a eu les épis les plus long lors de ses deux années d'essai, que l'hybride Kamet avait les épis les plus courts lors des trois saisons de culture et que l'hybride pronghorn a produit les épis avec le poids le plus élevé.

4.6 Taux de récupération des grains et rendement en grains

4.6.1 Essai 2022

Le pourcentage de récupération du grain a varié en fonction des hybrides (Figure 12). L'hybride Pronghorn avait le pourcentage de récupération le plus élevé (51,1%) tandis que l'hybride témoin GSS3951 enregistrait le plus bas (38,9%), même s'il n'était pas significativement différent de Messenger (41,0 %).

Le rendement en grains (**Figure 12A**) suivait sensiblement la même tendance que le pourcentage de récupération des grains (**Figure 12B**). Les quatre hybrides ont eu tendance à avoir un rendement en grains supérieur à celui de l'hybride témoin GSS3951 (**Figure 12A**). Cependant, Pronghorn est le seul hybride dont le taux de récupération des grains et le rendement en grains étaient significativement plus élevés que ceux de l'hybride témoin GSS3951. Même s'il avait fourni le rendement en épis avec spathes le plus élevé, l'hybride Messenger avait un taux de récupération des grains ainsi qu'un rendement en grains similaires à ceux du témoin GSS3951.

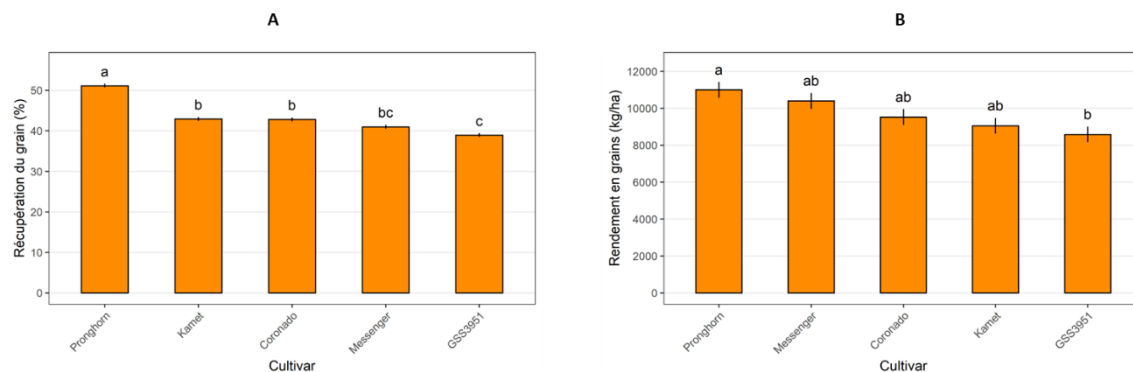


Figure 12. Taux de récupération des grains (A) et rendements en grains (B) des sept hybrides de maïs sucré testés en 2022. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.6.2 Essai 2023

En moyenne, les taux de récupération des grains ont varié entre 46,3% et 57,7% selon l'hybride (**Figure 13**). Les hybrides Pronghorn, GSS8937 et Overland ont présenté les taux de récupération les plus élevés tandis que Kamet, HMX59YS718 et Messenger ont présenté un taux de récupération aussi faible que celui du témoin GSS3951. Néanmoins, Messenger a fourni le rendement en grains le plus élevé, vraisemblablement grâce à sa densité de population élevée. Malgré une densité de population et un rendement en épis entourés de spathes moyens, l'hybride Overland a fourni un rendement en grains comparable à ceux de Messenger, Kamet et du témoin GSS3951. Cependant, Pronghorn, HMX59YS718 et GSS8937 ont fourni les plus faibles rendements en grains. Ceci pourrait s'expliquer par les faibles densités de population.

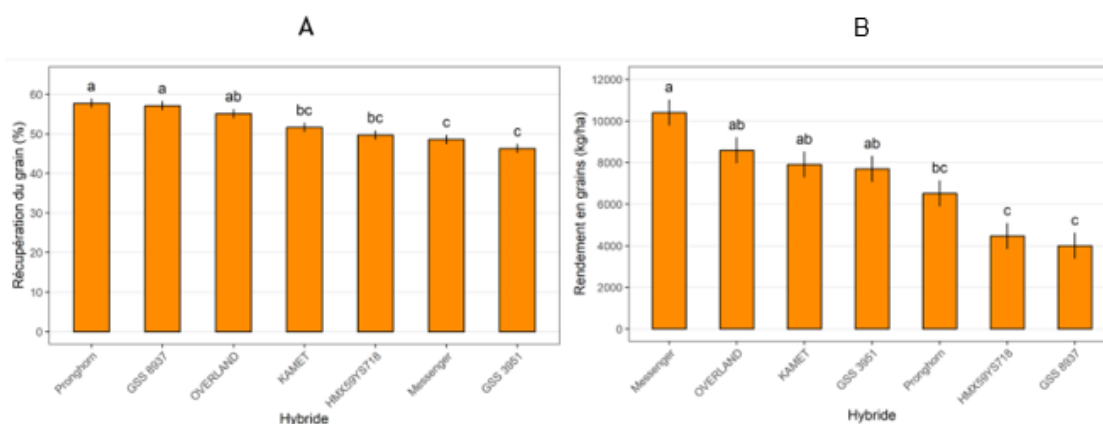


Figure 13. Taux de récupération des grains (A) et rendements en grains (B) des sept hybrides de maïs sucré testés en 2023. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.6.3 Essai 2024

En moyenne, les taux de récupération des grains ont varié entre 37,3 % et 53,3% selon l'hybride (**Figure 14**).

Les hybrides Pronghorn, Kamet et WSS7620 ont démontré les taux de récupération les plus élevés, mais seul l'hybride Pronghorn a présenté une différence significative avec une majorité des hybrides. Le taux de récupération des autres hybrides ne montrait pas de différences statistiques les uns envers les autres, et GSS3071 et GSS1453 ont présentés les taux de récupération les plus faibles.

La tendance s'est maintenue pour ce qui est du rendement en grains, les hybrides Column, Kamet, WSS7620 et Pronghorn présentant les meilleurs résultats bien qu'il n'y ait pas de différence statistique significatives entre les hybrides. GSS8937 a présenté le plus bas rendement en grains bien que son taux de récupération eut été semblable à celui des autres hybrides, ce qui peut s'expliquer par une population plus faible et l'impact des ravageurs.

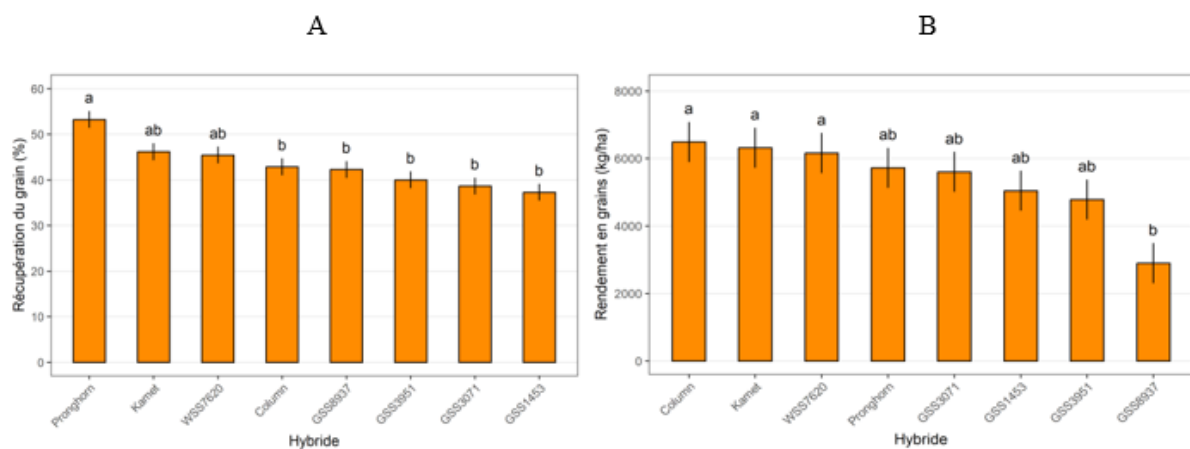


Figure 14. Taux de récupération des grains (A) et rendements en grains (B) des sept hybrides de maïs sucré testés en 2024. Les moyennes désignées avec une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4.6.4 Conclusion

Lors des trois années d'essais au champ, l'hybride Pronghorn s'est démarqué par son pourcentage de récupération du grain plus élevé que les autres hybrides, bien que cette différence n'ait pas été significative en 2023 et 2024. Pour ce qui est du rendement en grains des épis, les hybrides Messenger, Kamet, WSS 7620 et Column ont démontré les résultats les plus hauts, mais sans différence significative avec une majorité des autres hybrides à l'essai. L'hybride Pronghorn a eu un bon rendement lors de la saison 2022, mais il a moins bien performé lors des saisons suivantes, semblant être plus affecté par les conditions météo et les ravageurs (oiseaux noirs).

5. CONCLUSIONS

Au total, douze hybrides issus de trois compagnies semencières ont été testés pendant au moins une saison, à raison de 5 à 8 hybrides par essai pendant trois saisons (2022 -2024). Chaque saison, les résultats obtenus ont permis d'identifier le (s) hybride(s) le(s) plus performants que ce soit en termes de croissance, de rendements ou de sensibilité aux maladies et ravageurs. Cependant, les conditions météorologiques ainsi que l'incidence des maladies et des ravageurs ont fortement varié d'une saison à l'autre et affecté différemment la performance des hybrides testés. Par ailleurs, certains hybrides n'ont été testés que pendant une ou deux saisons, ce qui ne permet pas de valider nos observations. Il est donc nécessaire poursuivre les essais sur plusieurs années, si possible sur plusieurs sites afin d'identifier les hybrides les plus performants et les mieux adaptés aux changements climatiques et faciliter le choix des producteurs et de l'industrie de transformation. Par ailleurs, assurer la pérennité des essais d'hybrides sur plusieurs fermes dans différentes régions du Québec permettrait de générer continuellement des informations sur les nouveaux hybrides et accroître la compétitivité des entreprises québécoises du secteur des légumes de transformation en identifiant les cultivars les plus adaptés et les plus performants.

6. DIFFUSION DES RÉSULTATS

- En plus du présent rapport final, des rapports d'étape ont été produits sur le déroulement et les résultats des deux premières saisons.
- Les deux rapports d'étape ont été également diffusés sur le site Web des PLTQ et sur celui du CÉROM (en construction).
- Les deux rapports d'étape ainsi que le présent rapport final ont été envoyés et mis à la disposition des membres de l'équipe Agro Québec des Aliments Nortera.
- Après son approbation, le rapport final sera également diffusé sur les sites du CÉROM et des PLTQ ainsi que sur Agri-Réseau.
- Trois journées de démonstration au champ : chaque saison, une journée de démonstration à laquelle étaient conviés les différents acteurs de la filière : compagnies semencières, des producteurs et des conseillers agronomes. Ces journées étaient organisées conjointement par le CÉROM, les Aliments Nortera, les PLTQ ainsi que le Conseil de transformation alimentaire du Québec (CTAQ).
- La responsable du projet a également présenté les essais dans les rapports annuels du CÉROM et lors de la journée portes-ouvertes à l'occasion de la célébration du 25^{ème} anniversaire du CÉROM le 13 septembre 2023.
- La responsable du projet a également représenté le réseau d'essais de maïs sucré en régie biologique et présenté les principaux résultats des essais dans un panel à la rencontre du groupe de travail sur la compétitivité des secteurs maraîcher et horticole organisée par le MAPAQ le 21 janvier 2025 à Drummondville.



Figure 15. Journée de démonstration au champ, essais 2024.

Source image : CÉROM.

<p>Estimation du nombre d'entreprises touchés par les résultats du projet.</p>	<p>Au Québec, en 2024, le secteur des légumes de transformation Pois-Haricot-Maïs-Concombre (PHMC) regroupe 102 producteurs de maïs sucré.</p> <p>Lors de la saison 2024, 44 fermes ont produit des pois, des haricots et du maïs sucré en régie biologique, pour un total de 6537 acres semées, soit 27% de l'ensemble des superficies de légumes de transformation au Québec (PLTQ, 2024).</p>
---	--

7. APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats du réseau d'essais variétaux contribuent à l'amélioration des connaissances sur la performance de nouveaux cultivars de maïs sucré en régie biologique. Ils permettront d'identifier les hybrides répondant mieux aux exigences des producteurs de maïs sucré biologique destiné à la transformation et à l'industrie de transformation. En plus des rendements, ces essais fournissent des informations sur l'adaptation des hybrides aux conditions météorologiques changeantes face aux changements climatiques. de faire des e permettra aux d'augmenter les rendements par l'utilisation des variétés adaptées et ainsi augmenter la rentabilité et à la résilience des entreprises agricoles productrices de maïs sucré de transformation au Québec, au développement et à la pérennité de la filière.

8. PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION

Marie Bipfubusa, Ph.D.

Chercheure en régie des cultures, CÉROM

Courriel : marie.bipfubusa@cerom.qc.ca

Téléphone : 450-464-2715 / 581-777-2221

Équipe de réalisation du projet au CÉROM:

- Nicolas Bergeron, technicien agricole,
- Mélanie Lajoie, technicienne agricole,
- Alexis Latraverse, professionnelle de recherche,
- Ouvriers agricoles et étudiants stagiaires d'été.

Partenaires et collaborateurs :

- Myriam Gagnon, conseillère au développement et à la recherche pour les Producteurs de légumes de transformation du Québec,
- Yves Duquet, directeur agricole chez les Aliments Nortera.

9. REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Nous tenons à remercier les partenaires financiers qui ont permis la réalisation de ces essais :

- Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), par l'entremise du Programme de partenariat pour l'innovation en agroalimentaire (PPIA)
- Les Producteurs de légumes de transformation du Québec (PLTQ)
- Les Aliments Nortera

RÉFÉRENCES

- Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. J. Stat. Soft. 67(1): 1–48
- Bolker BM, Brooks ME, Clark CJ, Geange SW, Poulsen JR et al (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. Trends Ecol. Evol. 24(3):127–135.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.10.008> PMID: 19185386
- Boutin, D., Sanscartier, R., Brunelle, J.-A., Richardson, M. & Debailleul, G. (2011). Contribution des systèmes de production biologique à l'agriculture durable. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du secteur agricole et des pesticides. 152 p.
- CRAAQ. (2018). Agriculture biologique - Semences et variétés adaptées. Plan d'action - Pistes de réflexion. Secteur des grains. 23 p.
- De Marcellis-Warin, N. & Peignier, I. (2021). Baromètre de la confiance des consommateurs québécois à l'égard des aliments. CIRANO. Rapport de projet. 2021RP-08. [En ligne].
<https://cirano.qc.ca/files/publications/2021RP-08.pdf>
- Institut de la statistique du Québec (2020). Profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec Édition 2020. [En ligne] [Profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec. Édition 2022](#)
- Leblanc, Caroline, Duval, Brigitte et Landry, Guy-Anne (2018). RAP Maïs sucré, Fiche Technique : oiseaux noirs ravageurs des épis de maïs sucré. [En ligne].
https://www.agrireseau.net/documents/Document_98781.pdf
- Pinheiro JC, Bates DM. Linear Mixed-Effects Models: Basic Concepts and Examples (2000). In: Mixed-Effects Models in S and S-PLUS. Statistics and Computing. Springer, New York, NY.
- Producteurs de légumes de transformation du Québec. (2019) [En ligne] www.legumes-transformation.qc.ca/recherche-developpement/amelioration-des-taux-de-population-dans-le-mais-sucre-biologique/.
- Producteurs de légumes de transformation du Québec. (2024) Rapport annuel 2023-2024 [En ligne] <https://www.legumes-transformation.qc.ca/wp-content/uploads/2024/12/rapport-annuel-2023-2024-vfp3.pdf>
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Zuur A, Ieno EN, Elphick CS (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. Methods Ecol. Evol.; 1(1): 3–14.

ANNEXE(S)

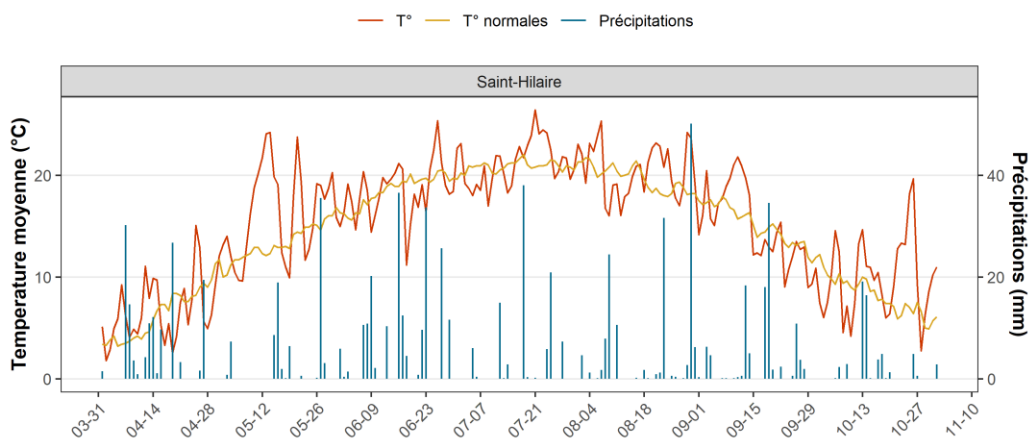
Annexe 1. Précipitations mensuelles (mm) au site de l'essai (CÉROM)
(Données de la station Agrométéo de Mont-Saint-Hilaire)

Mois	2022	2023	2024	Les 30 dernières années
Mai	83,4	37,7	65,6	85,1
Juin	185,2	88,5	149,5	93,2
Juillet	96,5	232,7	95,7	88,4
Août	146,3	184,4	252,2	89,6
Septembre	109,4	61,3	50,2	86,3

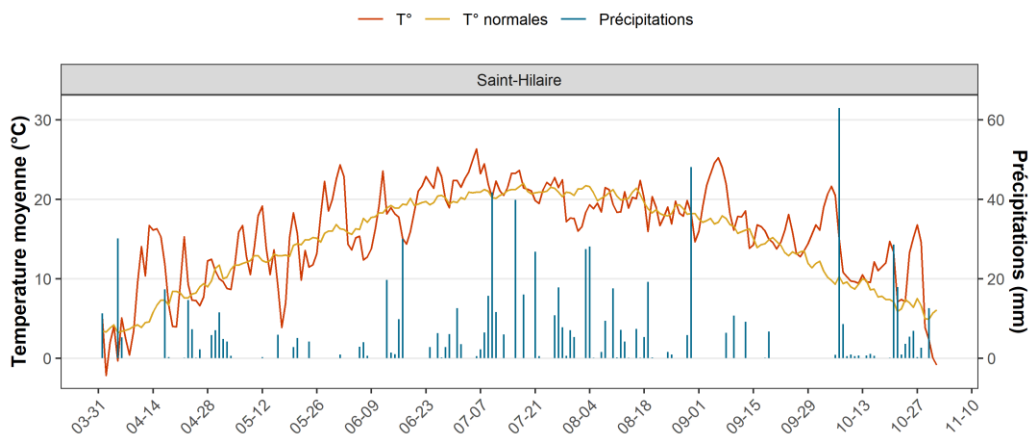
Annexe 2. Graphiques météo des températures moyennes et des précipitations pour les saisons 2022, 2023 et 2024.

(Données de la station Agrométéo de Mont-Saint-Hilaire)

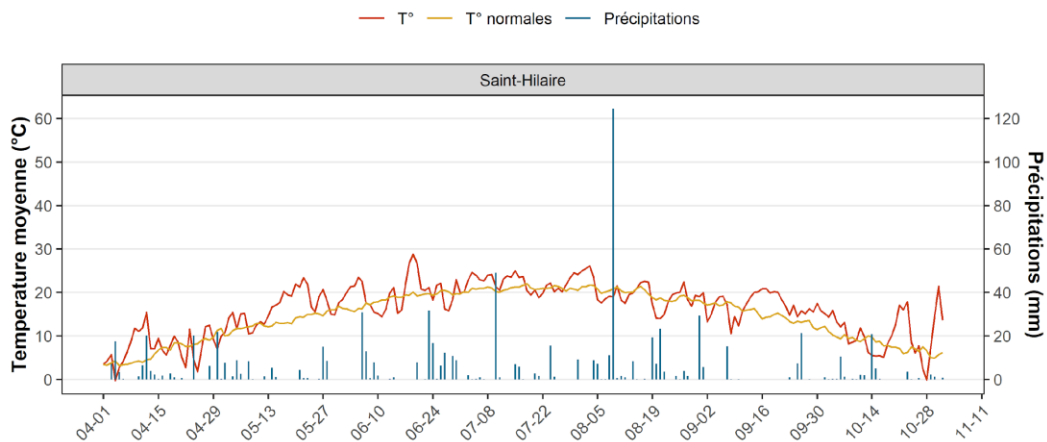
Températures et précipitations : 1er avril au 1er novembre 2022



Températures et précipitations : 1er avril au 1er novembre 2023



Températures et précipitations : 1er avril au 1er novembre 2024



Annexe 3. Tableau des rendements (kg/ha et t(us)/ac) en épis entourés des spathes des hybrides testés en 2022, 2023 et 2024, essais de cultivars de maïs sucré de transformation en régime biologique, CÉROM.

Cultivars	Sources	Couleur	2024				2023				2022			
			Rendement Yield (kg/ha)	Rendement Yield (us t/ac)	Rendement relatif Compar. Yield (%)	Humidité Moisture content (%)	Rendement Yield (kg/ha)	Rendement Yield (us t/ac)	Rendement relatif Compar. Yield (%)	Humidité Moisture content (%)	Rendement Yield (kg/ha)	Rendement Yield (us t/ac)	Rendement relatif Compar. Yield (%)	Humidité Moisture content (%)
Column	Harris-Moran	Jaune	15140,00	6,75	121,19	76,23								
Coronado	Harris-Moran	Blanc									21956,67	9,79	99,03	77,51
HMX59YS718	Harris-Moran	Jaune					8191,50	3,65	85,33	80,13				
Kamet	Harris-Moran	Jaune	13671,00	6,10	109,43	77,28	13958,25	6,23	111,33	79,66	20636,00	9,29	93,97	78,48
Messenger	Seminis	Jaune					19560,00	8,73	156,00	79,21	25075,33	11,19	113,09	77,87
Pronghorn	Seminis	Jaune	10733,00	4,79	85,91	79,73	10275,00	4,58	81,95	79,28	21224,33	9,47	95,72	79,83
GSS 1453	Syngenta	Jaune	13593,00	6,06	108,81	76,42								
GSS 3071	Syngenta	Jaune	14442,33	6,44	115,60	76,31								
GSS 3951	Syngenta	Jaune	11990,67	5,35	95,98	75,10	15143,25	6,76	120,78	77,40	21768,67	9,71	98,18	77,61
GSS 8937	Syngenta	Jaune	6828,00	3,05	54,65	77,33	6407,75	2,86	51,11	77,07				
Overland	Syngenta	Jaune					14231,00	6,35	113,50	77,79				
WSS 7620	Syngenta	Blanc	13545,33	6,04	108,42	74,31								
	Moyenne		12492,92	5,40	100,00	76,60	12538,11	5,59	100,00	78,65	22172,20	9,89	100,00	78,26
	CV%		21,38	22			36,05	36,05			7,59	8		