



Activités de recherche exploratoires afin de documenter la problématique des taches alternariennes dans les crucifères

Saison 2024

RAPPORT

Réalisé par :

Isabel Lefebvre, M.Sc., directrice générale et chercheure, CIEL
Sara-Jane Martin, biol., CIEL
Annie Archambault, Ph. D., chercheure, CIEL

Avril 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.

Québec

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ DU PROJET	3
OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE	4
Objectif 1 : Estimer le niveau de contamination des semences commerciales de brocolis par des spores de <i>A. brassicicola</i>	4
Objectif 2 : Évaluer la sensibilité de 10 cultivars de brocoli à la tache noire alternarienne.	4
Objectif 3 : Explorer le comportement aérien des spores d' <i>Alternaria brassicicola</i> dans un champ de brocoli.	5
Objectif 4 : Explorer la présence d' <i>Alternaria brassicicola</i> dans le sol, post-récolte	7
RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS ET DISCUSSION	9
Objectif 1 : Estimer le niveau de contamination des semences commerciales de brocolis aux spores de <i>A. brassicicola</i>	9
Objectif 2 : Évaluer la sensibilité de 10 cultivars de brocoli à la tache noire alternarienne.	9
Sélection des cultivars de brocoli parmi ceux commercialement disponibles au Québec.....	9
Évaluation hebdomadaire des TA sur le feuillage	11
Évaluation des TA sur l'inflorescence à la récolte	14
Objectif 3 : Explorer le comportement aérien des spores d' <i>Alternaria brassicicola</i> dans un champ de brocoli.	15
Objectif 4 : Explorer la présence d' <i>Alternaria brassicicola</i> dans le sol, post-récolte	17
Campagne d'automne.....	17
CONCLUSION	18
PISTES D'EXPLORATIONS FUTURES	19
ANNEXES	20

RÉSUMÉ DU PROJET

Les taches alternariennes (TA) sont parmi les maladies les plus préjudiciables des cultures de crucifères-fleurs au Québec. Le problème prend de l'ampleur depuis 2018, notamment dans la culture du brocoli qui s'avère très vulnérable à la tache noire alternarienne (*Alternaria brassicicola*). Depuis deux ans, le comité de recherche du RAP Crucifères intègre dans sa programmation des activités de recherche pour documenter la problématique. En fait, bien que les taches alternariennes constituent une maladie commune dans les crucifères, la sévérité des dommages qu'elles causent est un problème récent. L'équipe du RAP Crucifères au CIEL effectue, dans le cadre de ses activités de surveillance phytosanitaire, une veille scientifique pour mettre à jour les connaissances de cet ennemi préoccupant en Amérique du Nord, notamment.

Durant la saison 2024, nous avons effectué un essai de sensibilité des cultivars de brocoli dans le but d'améliorer la gestion des taches alternariennes dans cette culture très sensible à *A. brassicicola*. Parallèlement à cet essai, des semences des lots utilisés pour l'essai ont aussi été analysées afin de quantifier la contamination des semences à *Alternaria brassicicola*.

Ce projet répond à l'objectif No 1 du Plan d'agriculture durable (PAD) : réduire l'usage des pesticides et leurs risques pour la santé et l'environnement. En effet, la tache noire alternarienne est parmi les ennemis les plus préjudiciables pour la santé et l'environnement dans les crucifères-fleurs. La sélection de cultivars moins sensibles à la maladie contribue à réduire les besoins en fongicides.

Par ailleurs, dans le but de mieux comprendre l'arrivée des spores dans le champ, des capteurs de spores ont été installés sur le site de l'essai de cultivars, implanté dans un champ de brocoli et de chou-fleur de 30 hectares. De plus, afin d'explorer la présence d'*Alternaria brassicicola* dans le sol, post-récolte, une campagne d'échantillonnage de sols a été menée à l'automne 2024 sur des sites de crucifères atteints par les taches alternariennes à l'été 2024.

À la suite de nos observations, les semences de brocolis sont majoritairement exemptes d'ADN d'*Alternaria brassicicola*. Quant à la présence initiale d'inoculum au champ, après 2 années de projets similaires avec des capteurs de spores, on observe que les spores sont généralement détectées en nombre considérable seulement après les premiers symptômes sur les feuilles au champ. Le cultivar Belstar, qui présentait une faible contamination des semences, a été le premier à montrer une tache alternarienne en début de saison. Toutefois, il fait partie des cultivars ayant subi le moins de dommages sur les inflorescences à la récolte, comparable à TLALOC. À l'inverse, le cultivar Diamante s'est révélé le plus sensible, suivi d'Emerald Crown. Ceci suggère que la contamination modérée des semences et les dommages observés en début de saison n'expliqueraient pas nécessairement à elles seules les pertes de rendements à la récolte. De plus, les résultats suggèrent que la sévérité des dommages observés sur le feuillage ne constitue pas un indicateur fiable de la sévérité des dommages à la récolte.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Ce projet se divise en 4 objectifs :

1. Estimer le niveau de contamination des semences commerciales de brocolis aux spores d'*Alternaria brassicicola*
2. Évaluer la sensibilité de 10 cultivars de brocoli à la tache noire alternarienne.
3. Explorer le comportement aérien des spores d'*A. brassicicola* dans un champ de brocoli.
4. Explorer la présence d'*Alternaria brassicicola* dans le sol, post-récolte

Objectif 1 : Estimer le niveau de contamination des semences commerciales de brocolis par des spores de *A. brassicicola*.

Afin d'estimer le rôle des semences dans l'introduction d'inoculum d'*A. brassicicola*, la quantité de spores a été mesurée dans différents lots de semences pour l'essai de sensibilité des cultivars. Les semences provenaient de différents semenciers. Elles n'étaient pas traitées aux fongicides, mais certaines avaient subi un traitement à l'eau chaude ou aux probiotiques (identifiées « EC » et « probio » dans les tableaux).

La quantification a été menée par PCR quantitative (qPCR) aux laboratoires de la compagnie de recherche Phytodata inc., d'après le protocole développé dans le cadre du projet SPQA 20-013. Selon la quantité de semences disponibles, entre 444 et 1000 graines par lot ont été soumises à l'expérimentation. Les valeurs obtenues ont été converties en nombre de spores par graine.

Objectif 2 : Évaluer la sensibilité de 10 cultivars de brocoli à la tache noire alternarienne.

L'analyse de la sensibilité de différents cultivars de brocoli aux taches alternariennes permet d'identifier ceux offrant une meilleure résistance.

En mai 2024, un sondage a été envoyé aux conseillers et producteurs de brocoli et a permis de valider les cultivars à prioriser dans le cadre de l'essai de sensibilité des cultivars (Annexe 1). Ce sondage a été annoncé lors du webinaire sur le brocoli, organisé par le MAPAQ, en collaboration avec le CIEL, et auquel le Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (LEDP), Phytodata inc. et Services agronomiques Mélodie Juteau ont participé.

Parmi les variétés proposées par les conseillers et producteurs dans le sondage, 10 ont été sélectionnées pour mener l'essai de sensibilité des cultivars. Les transplants ont été produits dans les serres du CIEL et une évaluation qualitative des plants fut effectuée sur une base hebdomadaire pour documenter le développement des différents cultivars. L'essai s'est déroulé sur une ferme, à Berthierville, qui détient un historique de pression élevée pour les taches alternariennes dans les crucifères. Pour ce faire, un dispositif en blocs complets aléatoires comprenant 3 répétitions a été mis en place dans un champ en production de brocoli, pour un total de 30 parcelles (Annexe 2). Les parcelles comptaient 5 rangs de

largeur et mesuraient 6 m de longueur. L'espacement entre les rangs était de 0,76 m et de 0,30 m entre les plants, pour un total de 100 plants par parcelle. Des zones tampons de 2 m ont été délimitées entre les parcelles et deux rangs tampons entre les blocs. Les plants sains de brocoli des différents cultivars ont été transplantés par notre équipe le 4 juillet 2024. Afin d'obtenir des résultats le plus près de la réalité des producteurs, la régie de culture a été assurée par le producteur (fertilisation, irrigation, interventions phytosanitaires, y compris l'application de fongicides, etc.) tout au long de l'essai.

À l'apparition des premiers symptômes d'*Alternaria* sur le feuillage, l'incidence (pourcentage de plant affecté par parcelle) et la sévérité des dommages sur le feuillage (nombre de taches par plant) ont été évalués sur une base hebdomadaire. Entre le 8 et le 26 août, les conditions météorologiques ont toutefois empêché l'accès au champ et la prise de données. Aussi, dès les premiers stades de développement de l'inflorescence, l'incidence et la sévérité des dommages sur l'inflorescence furent documentées jusqu'à la récolte.

La récolte des brocolis a été effectuée en plusieurs fois entre le 30 août et le 9 septembre. À la récolte, le diamètre, la forme, la couleur, la maturation et le poids de l'inflorescence ont également été évalués. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) et à des tests de comparaison multiples.

Cette évaluation a été faite avec les échelles (1 à 5) suivantes.

Couleur du brocoli (Annexe 3)	Maturité du brocoli (Annexe 3)	Régularité de forme de la couronne
1. Vert foncé 2. Vert pâle 3. Vert jaunâtre 4. Jaune verdâtre 5. Jaune	1. Immature : petits grains, tête très ferme 3. Mature : grains bien développés, tête ferme 5. Trop mature : grains ouverts, tête non ferme	1. Plat 3. Beau dôme (régulier) 5. Dôme irrégulier

Les données quantitatives de l'essai de cultivar ont été soumises à des ANOVA à deux facteurs (cultivars, répétition) ($\alpha = 0,05$). Les conditions d'applications des analyses statistiques ont été vérifiées et des transformations ont été réalisées au besoin. Pour chaque analyse, un test de TukeyHSD ($\alpha = 0,05$) a été réalisé afin de cibler les différences significatives entre les cultivars. Les analyses ont été réalisées dans R.

Objectif 3 : Explorer le comportement aérien des spores d'*Alternaria brassicicola* dans un champ de brocoli.

L'objectif de cette initiative est d'évaluer dans quelle mesure les capteurs de spores peuvent aider à la surveillance phytosanitaire pour les taches alternariennes, considérant que cet outil technologique est pertinent pour la gestion de plusieurs maladies. Les activités de 2024 font suite à une démarche

exploratoire entreprise en 2023 avec le système déployé par Phytodata inc. qui permet de mesurer la concentration aérienne de spores de *A. brassicicola*. Ainsi, en 2024, la quantité relative de spores de *A. brassicicola* a été mesurée dans l'air dans un champ de brocoli, au fil de la saison de production et dans différents secteurs d'un champ.

En 2024, le système de capteurs de spores de la compagnie Spornado a été mis en place. Il fonctionne sur le principe de cassettes munies de filtre recueillant toutes les composantes de l'air ambiant. Au total, 4 capteurs ont été disposés dans un champ de brocoli et chou-fleur d'un peu plus de 30 hectares sur une ferme de Berthierville. Les capteurs ont été installés le 27 juin, alors que la majorité du champ du producteur était déjà planté, et 7 jours avant la plantation de l'essai de sensibilité des cultivars. Les capteurs étaient distancés de 150 à 620 mètres (Figure 1) et leur position couvrait les 30 ha en production de crucifères, incluant le centre et les marges du champ, ainsi que le secteur des essais de sensibilité des cultivars et de tamisage de fongicides contre les taches alternariennes dans la culture du brocoli (21-AD-003-CIEL). Les données de maladies de ces deux essais ont été utilisées comme indicateurs pour mettre en relation avec les données des capteurs de spores. Les cassettes étaient changées hebdomadairement, conservées au froid, puis envoyées à la compagnie en fin de saison. Spornado a mesuré, pour chaque cassette, la quantité de spores d'*A. brassicicola* par un essai moléculaire de PCR quantitative (qPCR) spécifique à l'espèce. Les données météo du champ (température, humidité, pluie, direction des vents) ont été collectées par une station météo Davis, située dans la même zone (Annexe 4).



Figure 1 : Carte présentant la position des capteurs de spores installés en 2024 dans la zone cultivée en crucifères du champ dans Lanaudière.

Objectif 4 : Explorer la présence d'*Alternaria brassicicola* dans le sol, post-récolte

Afin d'explorer la présence d'*Alternaria brassicicola* dans les champs après une saison de culture de crucifères, une campagne d'échantillonnage de sol a été effectuée à l'automne 2024 sur 8 sites dans différentes régions. Ces sites ont été déterminés lors de la Journée bilan Crucifères 2024, qui s'est déroulé le 14 novembre. De ce fait, 8 sites cultivés en crucifères (majoritairement brocoli) en 2024 ont été choisis.

- Saint-Thomas, dans Lanaudière
- Saint-Esprit, dans Lanaudière
- Berthierville, dans Lanaudière
- Mirabel, dans les Laurentides
- Sainte-Scholastique, dans les Laurentides
- Laval
- Coteau-du-Lac, en Montérégie
- Saint-Michel, en Montérégie

La campagne d'échantillonnage a été réalisée du 25 novembre au 4 décembre 2024. Pour chacun des sites, un échantillon composé a été prélevé sur toute la longueur du champ. Pour ce faire, 5 points, selon la méthode d'échantillonnage en W pour couvrir l'ensemble du champ, ont été prélevés. À chacun de ces points d'échantillonnage, 3 sous-échantillons ont été prélevés à l'aide d'une tarière d'échantillonnage

(5 cm de profondeur). Les 15 sous-échantillons ont été combinés et mélangés afin d'homogénéiser l'échantillon, et ce, pour chacun des sites. De ces échantillons composés, quatre réplications techniques, chacune constituée d'un gramme de sol, ont été préparées. La présence d'ADN d'*A. brassicicola* dans le sol a été révélée dans les laboratoires de Spornado par les mêmes essais de détection moléculaire par qPCR que pour les échantillons aériens décrits ci-dessus. Afin d'améliorer l'interprétation de ces résultats exploratoires, les informations pour chaque champ ont été recueillies par sondage auprès des conseillers et producteurs, et visaient la destruction des résidus, le travail de sol et le semis d'engrais verts post-récolte, ainsi les opérations et semis prévus en 2025.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS ET DISCUSSION

Objectif 1 : Estimer le niveau de contamination des semences commerciales de brocolis aux spores de *A. brassicicola*

Les résultats de quantification de spores par essai moléculaire de PCR ont révélé que les semences sont généralement exemptes de toute trace d'*A. brassicicola* (sept échantillons sur douze, Tableau 1). Lorsque de l'ADN d'*A. brassicicola* est détecté, c'est à un degré très faible (pour trois des échantillons), ou moyen (pour Belstar et Impérial). Notons toutefois que les résultats sont exploratoires puisqu'ils n'ont pas été répétés.

Tableau 1 : Nombre de spores par semence d'*Alternaria brassicicola* pour des lots de semences de différentes variétés ou traitement de semence de brocoli.

Variété	Nombre de semences traitées	Traitement des semences	Nombre de spores par semences	Degré de contamination
Abrams	677	Aucun	0	Nul
Belstar	631	Aucun	4	Moyen
Diamante	591	Aucun	0	Nul
Diamante Probio	1000	Probio	0	Nul
Eastern crown	579	Aucun	0	Nul
Eastern magic	628	Aucun	Sous la limite quantifiable	Très faible
Eastern magic Probio	1000	Probio	Sous la limite quantifiable	Très faible
Emerald crown	611	Aucun	Sous la limite quantifiable	Très faible
Gypsy	1000	Aucun	0	Nul
Gypsy EC	444	Eau chaude	0	Nul
Imperial	590	Aucun	1	Moyen
TLALOC	907	Aucun	0	Nul

Objectif 2 : Évaluer la sensibilité de 10 cultivars de brocoli à la tache noire alternarienne.

Sélection des cultivars de brocoli parmi ceux commercialement disponibles au Québec

Afin de mieux comprendre pourquoi les taches alternariennes deviennent de plus en plus problématiques dans la culture du brocoli au Québec, un sondage avait été envoyé aux conseillers et producteurs du Québec au printemps 2024 (Annexe 1). Parmi les 18 réponses reçues, les réponses aux questions sur les cultivars les plus utilisés, plus sensibles et moins sensibles à la maladie ont été compilées en pourcentage (%) de répondant par réponse. Ainsi, parmi les différents cultivars en option, les plus utilisés (plus de 15 % de répondant) sont Imperial, Emerald Crown, Eastern Magic, Eastern Crown et Belstar (Figure 2).

En ce qui concerne l'opinion des participants quant à la sensibilité des cultivars, 50 % à 67 % d'entre eux n'étaient pas en mesure de fournir une réponse (Fig. 3 et 4). D'après les répondants ayant émis une opinion ; les cultivars Imperial, Emerald Crown, Eastern Crown et Diplomat étaient perçus comme les plus sensibles (>10 % des répondants), alors que TLALOC, Impérial et Emerald Crown (6 % chacun) étaient perçus comme moins sensibles. Aussi, il faut noter que plusieurs choix de réponses étaient possibles pour cette question, ce qui fait en sorte que le total des % donne plus que 100 %.

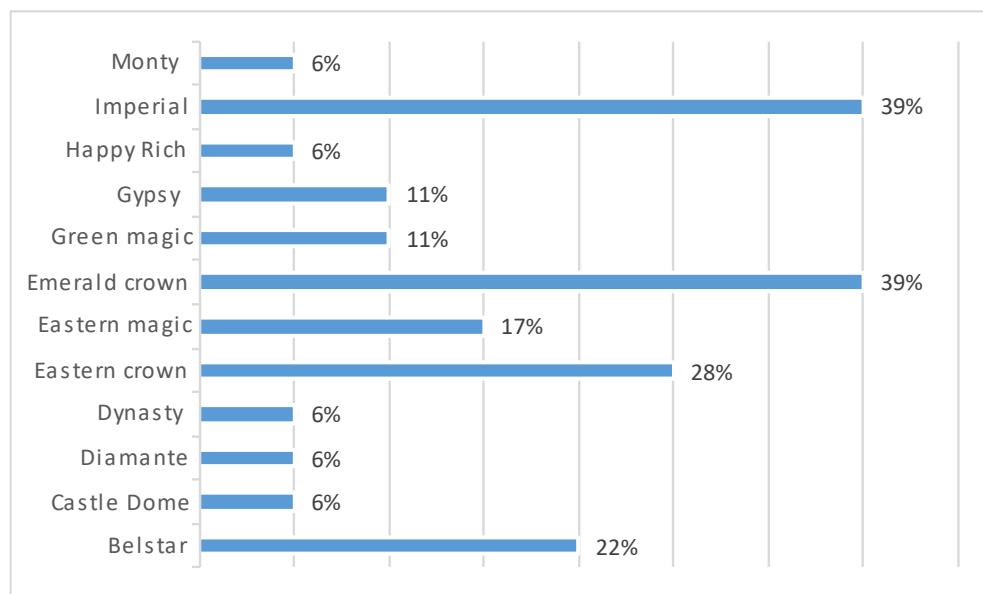


Figure 2 : Quels cultivars de brocoli cultivez-vous (ou pour les conseillers, lesquels sont cultivés par les entreprises que vous suivez) ?

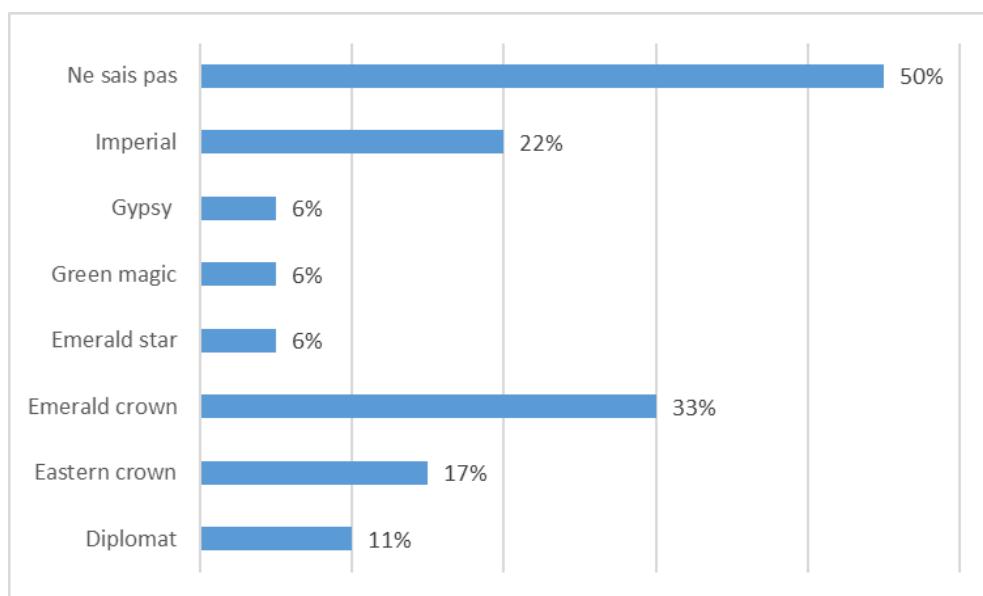


Figure 3 : Quels sont, à votre avis, les cultivars de brocoli les plus sensibles aux taches alternariennes ?

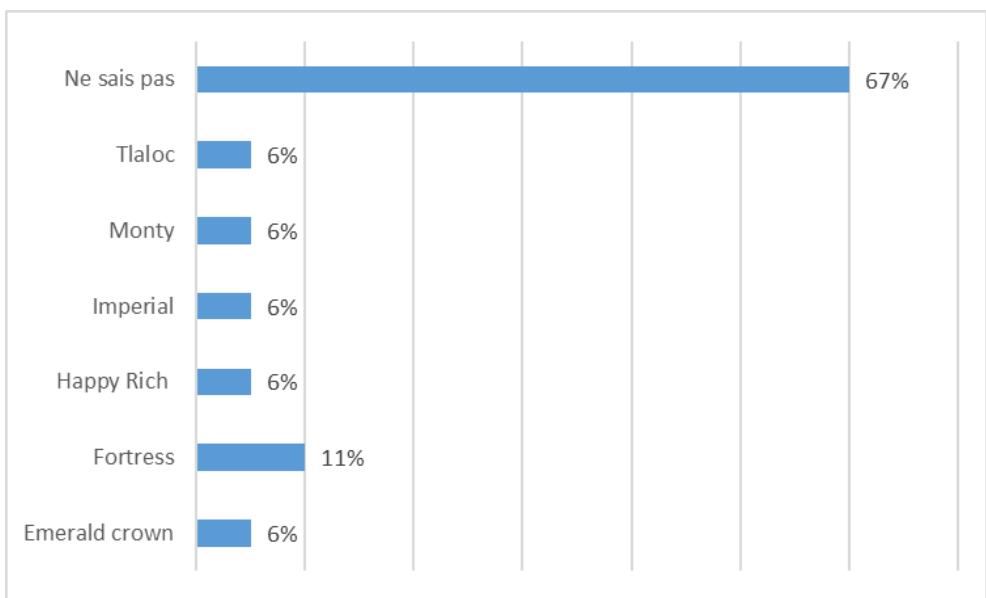


Figure 4 : Quels sont, à votre avis, les cultivars de brocoli les moins sensibles aux taches alternariennes ?

La sélection des cultivars à inclure dans l'essai de sensibilité en champ s'est basée sur les réponses au sondage (Belstar, Diamante, Diamante probio, Eastern crown, Eastern magic, Eastern magic probio, Emerald crown, Imperial). La liste a été bonifiée avec des cultivars qui sont, d'après les semenciers, plus tolérants (TLALOC et Abrams) et avec des lots de semences ayant bénéficié de traitements à effet protecteur (traitement probio et eau chaude).

Évaluation hebdomadaire des TA sur le feuillage

Les plants de brocoli, répartis selon différents cultivars, ont été transplantés le 4 juillet dans un champ en régie conventionnelle. Entre le 4 juillet et la fin de la récolte le 12 septembre 2024, le site d'essai a reçu un total de 293,2 mm de précipitations, dont 46 % sont tombées lors d'un seul événement, le 9 août, au passage de la tempête Debby. La station météorologique installée sur le site a enregistré 145 mm de pluie en juillet, 228,6 mm en août (dont 59 % le 9 août) et 41,6 mm en septembre. Aucun autre épisode de précipitations importantes (> 30 mm en une journée) n'a été enregistré entre la transplantation et la récolte.

Les premiers symptômes de taches alternariennes (TA) ont été observés le 17 juillet sur le cultivar Belstar, où une seule tache a été détectée sur la feuille d'un plant isolé (Tableau 2). Durant les deux semaines suivant la plantation, la température moyenne était de 23 °C, avec des températures maximales journalières variant entre 22 et 30 °C (Annexe 4).

Le 25 juillet, alors que la température moyenne se maintenait autour de 20 °C et les maximums journaliers atteignaient 26 °C, les premières TA ont été observées dans les parcelles du cultivar Emerald

Crown. Cinq jours plus tard, le 30 juillet, des symptômes sont apparus sur le cultivar Abrams, dans un contexte de température moyenne de 22 °C et de maximums supérieurs à 28 °C depuis le 26 juillet.

À compter du 7 août, tous les cultivars présentaient des symptômes de TA, bien que de faible intensité, tant en nombre de feuilles affectées que de taches par plant. Cette évolution s'est produite sous des températures moyennes de près de 22 °C, avec des maximums journaliers se situant entre 28 et 32 °C jusqu'au 4 août.

Entre le 7 et le 27 août, aucune observation n'a pu être réalisée. Le passage de la tempête Debby, le 9 août, a provoqué d'importantes inondations et des entraves majeures sur la route, rendant impossible l'accès au site pendant plusieurs jours. Durant cette période, jusqu'au 18 août, la température moyenne journalière s'est maintenue autour de 21 °C, avec des maximums allant de 20 à 29 °C. Après cette date, la température moyenne est descendue sous les 20 °C, avec des maximums plus variables.

Lors de la reprise des observations, le 27 août, tous les plants évalués présentaient des symptômes de TA, avec de 4 à 7 feuilles atteintes par plant et un nombre moyen variant entre 21 et 62 TA par plant. Les écarts-types élevés traduisent une forte variabilité, tant à l'intérieur des parcelles qu'entre les parcelles, ce qui explique l'absence de différences significatives au seuil de 5 %.

Tableau 2 : a) Incidence moyenne par parcelle (%), b) sévérité moyenne (nb moyen de feuille atteinte) et c) sévérité moyenne (nb moyen de tache par feuille) lors du dépistage à différentes dates.

a)

Variété	Incidence par parcelle (Proportion de plants symptomatiques par parcelle) (%)				
	17-juil	25-juil	30-juil	7-août	27-août
Abrams	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	3,33 ± 5,77 a	0,00 ± 0,00 a	100,00 ± 0,00 a
Belstar	6,67 ± 11,55 a	0,00 ± 0,00 a	3,33 ± 5,77 a	3,33 ± 5,77 a	100,00 ± 0,00 a
Diamante	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	36,67 ± 15,28 a	100,00 ± 0,00 a
Diamante probio.	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	23,33 ± 40,41 a	100,00 ± 0,00 a
Eastern Crown	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	3,33 ± 5,77 a	6,67 ± 11,55 a	100,00 ± 0,00 a
Eastern Magic	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	3,33 ± 5,77 a	100,00 ± 0,00 a
Eastern Magic probio.	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	10,00 ± 10,00 a	100,00 ± 0,00 a
Emerald Crown	0,00 ± 0,00 a	3,33 ± 5,77 a	0,00 ± 0,00 a	10,00 ± 17,32 a	100,00 ± 0,00 a
Imperial	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	6,67 ± 11,55 a	100,00 ± 0,00 a
TLALOC	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	10,00 ± 10,00 a	100,00 ± 0,00 a
Valeur de P	0,474	0,474	0,639	0,172	-

b)

Variété	Sévérité moyenne (Nb moyen de feuilles atteintes par parcelle)				
	17-juil	25-juil	30-juil	7-août	27-août
Abrams	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,03 ± 0,06 a	0,00 ± 0,00 a	6,20 ± 0,40 a
Belstar	0,07 ± 0,12 a	0,00 ± 0,00 a	0,03 ± 0,06 a	0,07 ± 0,12 a	6,87 ± 3,04 a
Diamante	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,47 ± 0,23 a	5,07 ± 1,33 a
Diamante probio.	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,57 ± 0,98 a	6,53 ± 2,66 a
Eastern crown	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,03 ± 0,06 a	0,07 ± 0,12 a	5,40 ± 0,80 a
Eastern magic	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,07 ± 0,12 a	4,80 ± 1,06 a
Eastern magic probio.	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,10 ± 0,10 a	4,53 ± 0,99 a
Emerald crown	0,00 ± 0,00 a	0,03 ± 0,06 a	0,00 ± 0,00 a	0,10 ± 0,17 a	6,13 ± 0,50 a
Imperial	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,07 ± 0,12 a	4,33 ± 0,90 a
TLALOC	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,10 ± 0,10 a	5,20 ± 1,78 a
Valeur de P	0,474	0,474	0,639	0,403	0,337

c)

Variété	Sévérité moyenne (Nb moyen de taches par plant)				
	17-juil	25-juil	30-juil	7-août	27-août
Abrams	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,03 ± 0,06 a	0,00 ± 0,00 a	42,47 ± 18,56 a
Belstar	0,07 ± 0,12 a	0,00 ± 0,00 a	0,03 ± 0,06 a	0,07 ± 0,12 a	41,13 ± 37,38 a
Diamante	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	1,10 ± 1,02 a	36,60 ± 13,66 a
Diamante probio.	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	1,70 ± 2,95 a	53,73 ± 18,30 a
Eastern Crown	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,03 ± 0,06 a	0,07 ± 0,12 a	35,20 ± 6,29 a
Eastern Magic	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,13 ± 0,23 a	37,13 ± 29,01 a
Eastern Magic probio.	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,10 ± 0,10 a	21,07 ± 3,93 a
Emerald Crown	0,00 ± 0,00 a	0,03 ± 0,06 a	0,00 ± 0,00 a	0,33 ± 0,58 a	61,33 ± 20,20 a
Imperial	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,13 ± 0,23 a	33,67 ± 28,64 a
TLALOC	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,10 ± 0,10 a	49,73 ± 64,22 a
Valeur de P	0,474	0,474	0,639	0,480	0,868

Évaluation des TA sur l'inflorescence à la récolte

Les inflorescences de brocoli ont été récoltées entre le 30 août et le 12 septembre, en fonction de la maturité des plants selon le cultivar (Annexe 5). Parmi ceux-ci, Belstar et TLALOC se sont particulièrement démarqués par une incidence de symptômes nettement inférieure (8,33 %), et une sévérité de dommages inférieure à 1 % (Tableau 3). Parmi les autres cultivars, bien que la majorité des plants présentaient des symptômes à la récolte (78 à 100 %), la sévérité des dommages variait considérablement. Le cultivar Diamante a été le plus sévèrement touché, avec 23,08 % de la surface des inflorescences affectée par les TA, suivi de Eastern Magic Probio (16,42 %) et de Emerald Crown (12,53 %). Le cultivar Abrams a également présenté une moins grande sensibilité, avec une sévérité moyenne de 4,45 %, significativement inférieure à celle de Diamante et Eastern Magic Probio.

En somme, les cultivars Belstar et TLALOC ont démontré une meilleure tolérance à la maladie à la récolte, se distinguant principalement par une faible proportion de plants affectés, et dans une moindre mesure, par une sévérité réduite des symptômes sur les inflorescences. Les résultats suggèrent également que la sévérité des dommages observés sur le feuillage ne constitue pas un indicateur fiable de la sévérité des dommages à la récolte.

Tableau 3 : Incidence et sévérité des TA sur les inflorescences de brocoli à la récolte

Variété	Incidence (%)	Sévérité moyenne (%)
Abrams	78,33 ± 0,42 a	4,45 ± 5,55 cd
Belstar	8,33 ± 0,28 b	0,10 ± 0,35 d
Diamante	100,00 ± 0,00 a	23,08 ± 13,97 a
Diamante probio.	95,00 ± 0,22 a	10,43 ± 12,34 bcd
Eastern Crown	90,00 ± 0,30 a	5,38 ± 7,02 bcd
Eastern Magic	78,33 ± 0,42 a	7,87 ± 9,56 bcd
Eastern Magic probio.	100,00 ± 0,00 a	16,42 ± 13,22 ab
Emerald Crown	96,67 ± 0,18 a	12,53 ± 12,09 abc
Imperial	91,67 ± 0,28 a	5,70 ± 5,51 bcd
TLALOC	8,33 ± 0,28 b	0,13 ± 0,50 d
Valeur de P	< 0,001	< 0,001

Concernant les critères qualitatifs, une inflorescence de brocoli de qualité optimale présenterait une cote de 1 pour la couleur, et de 3 pour la maturité et la régularité de la forme (Annexe 3). Les résultats indiquent que, pour la maturité et la régularité de la couronne, la majorité des variétés se situent en moyenne dans la zone cible (Tableau 5), à l'exception de TLALOC. Ce cultivar se distinguait par une maturité hétérogène au sein d'une même inflorescence, avec une présence variable de fleurons matures et immatures, faisant en sorte qu'une seule récolte n'a pu être effectuée (9 septembre). En ce qui concerne la couleur, seules trois variétés répondent au critère optimal de cote 1, soit Diamante, Eastern Crown et Eastern Magic.

Tableau 4 : Évaluation visuelle des inflorescences de brocoli à la récolte

Variété	Classe moyenne de couleur (1-5)	Classe moyenne de maturité (1-5)	Classe moyenne de la régularité de forme de la couronne (1-5)
Abrams	1,4	3,1	2,8
Belstar	1,7	3,1	3,1
Diamante	1,0	3,2	3,4
Diamante probio.	1,4	3,3	3,2
Eastern Crown	1,0	3,1	3,0
Eastern Magic	1,0	3,3	3,0
Eastern Magic probio.	1,1	3,1	3,1
Emerald Crown	2,2	3,5	3,1
Imperial	1,4	3,2	2,6
TLALOC	3,0	4,6	3,2

Concernant les mesures de rendement (diamètre et poids des couronnes), à la suite du passage de la tempête Debby, plusieurs parcelles présentaient des symptômes d'asphyxie racinaire à partir de la mi-août. Bien que la majorité des plants aient produit des inflorescences, le calibre a été compromis par ces conditions extrêmes. Par conséquent, les données recueillies ne permettent pas d'évaluer le potentiel commercialisable des cultivars ni d'estimer l'impact des TA sur les rendements. Pour ces raisons, les données de rendement ne sont pas présentées dans le présent rapport.

Objectif 3 : Explorer le comportement aérien des spores d'*Alternaria brassicicola* dans un champ de brocoli.

Afin d'explorer les liens entre la présence aérienne de spores de *A. brassicicola*, l'apparition des symptômes de la maladie des taches alternariennes, les vents dominants et les cultures voisines, quatre capteurs de spores avaient été installés dans un champ de 30 hectares de crucifères le 27 juin, après la plantation qui s'est déroulée entre le 17 et le 24 juin. La quantité de spores a été mesurée chaque semaine jusqu'à la fin de la récolte (9 septembre 2024).

Les toutes premières détections de spores sont survenues 10 jours suivant la fin de la plantation (Tableau 6). Cependant, ce résultat étant près de la limite de détection et sur un seul des capteurs chaque fois, il n'est pas considéré comme solide. À partir du 22 août, les quatre capteurs ont mesuré des spores. Le 28 août, pour trois capteurs sur quatre, des spores ont été mesurées : en grande quantité pour les capteurs au centre et au nord-ouest de la zone en production de crucifères-fleurs (respectivement 291 et 230 spores), en quantité moyenne au Centre-Sud (96 spores) et en faible quantité au Sud-Est (3 spores). Ce moment survient près de six semaines après la première détection de symptômes sur le feuillage, notées le 17 juillet autant dans l'essai que dans le champ du producteur (Figure 5), et une semaine après les premiers dommages à l'inflorescence (22 août ; Figure 5). Entre le

7 août et le 9 septembre, des spores ont été détectées chaque semaine, en quantité variable, avec une tendance à la hausse.

Les résultats indiquent que le capteur situé en plein centre du champ a détecté un plus grand nombre de spores que ceux situés en périphérie (Tableau 6). Lors de la dernière semaine de capture en début septembre, ce capteur a mesuré près de deux fois plus de spores qu'au Centre-Sud, alors que les mesures des deux autres capteurs restaient faibles. Le capteur au centre du champ a pu être influencé autant par le secteur nord-est que le secteur nord-ouest, considérant que la direction des vents mesurée par la station météo du site était changeante (Tableau 6).

Tableau 5 : Nombre de spores estimé par capteur et direction du vent en proportion du temps par période.

Date de collecte des cassettes	Nombre de jours de capture	Nombre de spores (estimé) par capteur				Proportion (%) du nombre de jours avec des vents en direction		
		Capteur nord-ouest	Capteur Centre-Sud	Capteur Sud-Est	Capteur Centre	↗	↖	↖↗
27-juin	Installation	NA				NA		
04-juil	8		3			0 %	75 %	25 %
11-juil	8	3	1			50 %	50 %	0 %
17-juil	7			1		14 %	86 %	0 %
25-juil	9			5		22 %	67 %	11 %
02-août	9				5	11 %	89 %	0 %
07-août	6		3	4	2	50 %	50 %	0 %
15-août	9		1	5	3	44 %	56 %	0 %
22-août	8	2	2	6	5	88 %	13 %	0 %
28-août	7	230	96	3	291	29 %	71 %	0 %
09-sept	13	51	287	54	573	15 %	70 %	15 %

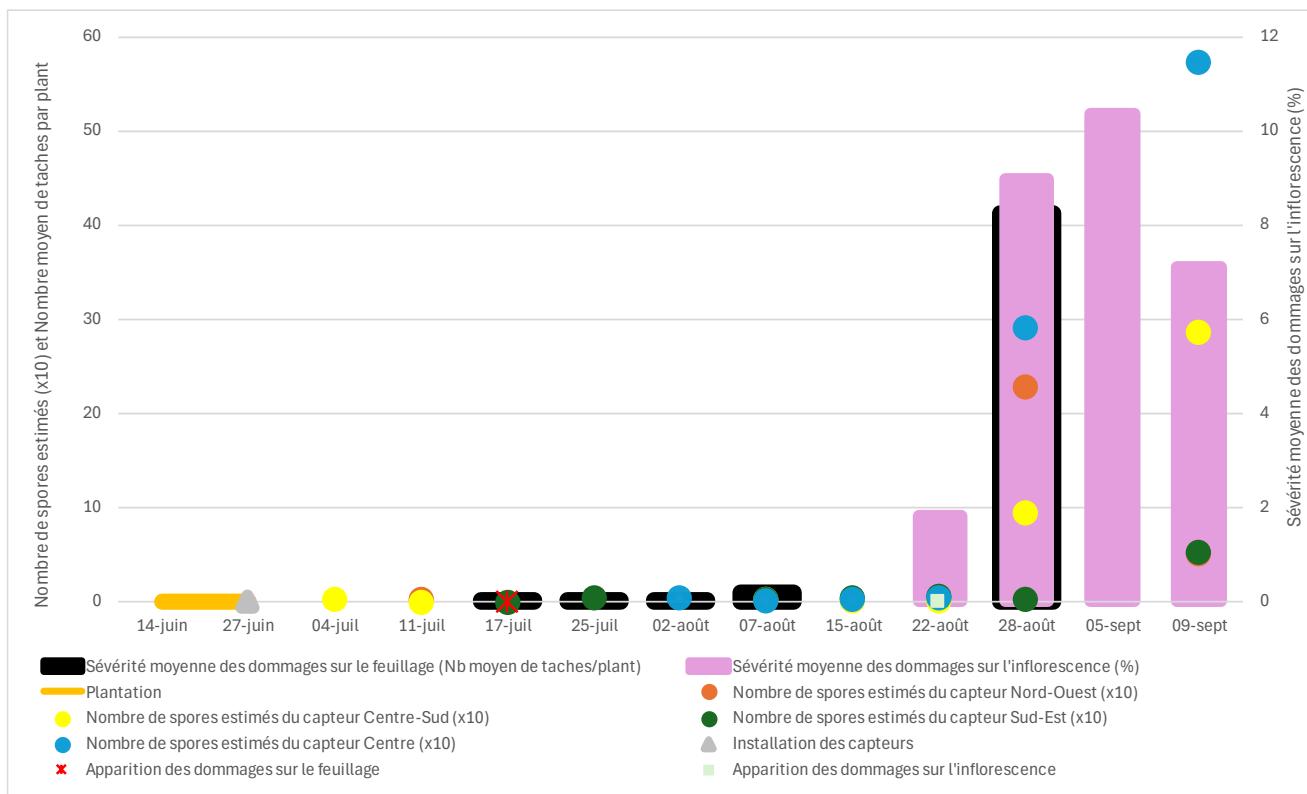


Figure 5 : Graphique du nombre de spores estimé par capteur tout au long de la saison

Objectif 4 : Explorer la présence d'*Alternaria brassicicola* dans le sol, post-récolte

Campagne d'automne

Afin d'explorer le rôle du sol et des résidus de culture comme réservoir d'inoculum d'*Alternaria brassicicola*, l'ADN du phytopathogène a été détecté par les mêmes types d'essais moléculaires que pour les spores aériennes, pour des carottes de sol de huit champs de crucifères, de différentes régions du Québec. Les résultats suggèrent que la méthode manque de répétabilité, puisque les 4 réPLICATIONS techniques ne concordent pas, sauf pour un cas (Saint-Esprit). De plus, les résultats ne suggèrent pas de corrélation stable entre la pression de maladie au cours de la saison ou encore la présence de résidus de culture et la présence du pathogène au sol en novembre de la même année (Tableau 7). D'autres explications pourraient être en cause, telles que le travail de sol post-récolte, la présence d'engrais vert ou autre. Les réponses fournies par les conseillers et producteurs au sondage guideront les futures pistes exploratoires à poursuivre.

Tableau 6 : Détection moléculaire (qPCR) d'*Alternaria brassicicola* pour 8 différents champs de brocoli du Québec, en novembre 2024, et estimation de la pression de maladie et de la présence de résidus.

Site	Proportion de réplications positives	Culture (2024)	Pression de maladie au champ (2024)	Présence de résidus à l'échantillonnage
Berthierville	1/4	Brocoli	Élevée	Faible à moyenne
Coteau-du-Lac	2/4	Brocoli, chou-fleur et chou	Moyenne	Forte
Laval	2/4	ND	Inconnu	Faible
Mirabel	3/4	Chou	Élevée	Forte
Sainte-Scholastique	2/4	Crucifères variées	Élevée	Moyenne
Saint-Esprit	0/4	Chou-fleur	Élevée	Faible
Saint-Michel	1/4	Brocoli	Faible	Forte
Saint-Thomas	3/4	Brocoli	Élevée	Faible

CONCLUSION

Plusieurs des activités de recherche du RAP Crucifères en 2023 et 2024 ont porté sur la tache noire alternarienne, causée par le pathogène *Alternaria brassicicola*.

Les résultats de détection d'ADN du pathogène sur les semences ont révélé qu'elles en sont majoritairement exemptes. De plus, la présence du pathogène sur les semences n'a pas pu être corrélée aux symptômes de maladie à la fin de la saison ou à la récolte. Les résultats du cultivar Belstar méritent d'être soulignés. Le lot de semence de ce cultivar était le plus contaminé du groupe, bien que faiblement (4 spores par graine) et c'est aussi sur ce cultivar que des taches ont été découvertes en premier. En revanche, ce cultivar est l'un de ceux présentant le moins de dommages à l'inflorescence. Cette observation est cohérente avec les découvertes d'un projet récent (Phytodata 20-013-PHYD) qui ont montré que les symptômes apparaissent sur les lots où les semences étaient fortement contaminées, mais où le lien avec la sévérité des dommages sur l'inflorescence est souvent non significatif. Par conséquent, si une contamination des semences de niveau faible à modéré peut engendrer des symptômes de maladies au début de la saison, les pertes de rendement ne sont pas nécessairement attribuables à la semence contaminée.

L'essai en champ a pu mettre en évidence des différences significatives entre des cultivars pour la sensibilité aux taches alternariennes. Au cours de la saison de croissance, des tendances étaient visibles, mais n'atteignaient pas le seuil significatif, notamment en raison d'une grande variabilité entre les plants et entre les parcelles en termes d'incidence et de sévérité de dommages foliaires. Cependant, les données sur les inflorescences récoltées démontraient que le cultivar Diamante était plus sensible que les autres, suivi d'Emerald Crown. Il est intéressant de remarquer que l'opinion des participants au sondage abondait dans ce sens, et qu'Emerald Crown avait été identifié comme sensible aux taches

alternariennes. Cet effort de recherche démontre que l'hôte exerce une influence importante dans le développement de la maladie, dans les conditions du Québec.

La présence d'inoculum permettant l'initiation de la maladie au Québec avait été peu explorée avant ce projet de recherche. Les résultats des capteurs de spores aériennes de cinq champs en 2023 et d'un champ en 2024 suggèrent que les spores sont généralement détectées en nombre considérable seulement après les premiers symptômes sur les feuilles au champ. En 2024, une détection très faible enregistrée deux semaines avant les premiers symptômes laisse croire que le raffinement de la disposition des détecteurs dans différents champs et l'inclusion de champs contrôles pourrait, dans certaines circonstances, préciser le moment des premières apparitions de spores.

PISTES D'EXPLORATIONS FUTURES

Nos explorations n'ont pas mis en évidence de lien fort entre la présence d'ADN de l'agent pathogène dans les semences ou dans l'air en début de saison, et la gravité des dommages de taches alternariennes à la récolte. Il est cependant possible que des foyers d'infection soient initiés par des semences contaminées. De plus, comme plusieurs espèces de la flore environnante et les mauvaises herbes sont des hôtes susceptibles à l'*A. brassicicola*, elles pourraient agir comme réservoirs d'inoculum. Il serait ainsi pertinent d'entreprendre des efforts de recherche pour documenter les symptômes sur les mauvaises herbes autour de champs de brocoli. Si cette flore s'avérait porteuse d'*A. brassicicola*, le suivi des dommages et la détection intensifiée de spores aériennes en bordure de champ pourraient être explorés en relation avec la maladie dans les cultures de crucifères.

En conditions de champ, on observe que les dommages progressent rapidement lorsque la température et l'humidité relative demeurent élevées sur une période prolongée. Certaines études scientifiques publiées avaient cerné des paramètres environnementaux qui exercent une influence sur la biologie du pathogène, mais ces publications sont majoritairement basées sur des isolats tropicaux ou sont désuètes. La caractérisation fine de la biologie de l'agent pathogène et de son interaction avec l'hôte serait une étape essentielle à la mise au point de modèles prévisionnels des taches alternariennes causées par *A. brassicicola* au Québec. Dans plusieurs cultures, ces modèles ont démontré leur pertinence pour accompagner les producteurs et leurs conseillers agronomiques.

Enfin, nos résultats soulignent l'importance de poursuivre les efforts en sélection variétale afin de documenter la tolérance des cultivars aux taches alternariennes. Un accent particulier doit être mis sur les critères permettant de mieux cibler les cultivars adaptés aux besoins des marchés tout en offrant une certaine résilience face à la maladie.

ANNEXES

Annexe 1. Collecte d'informations sur la sensibilité des cultivars de brocoli aux taches alternariennes et les pratiques culturales

À la suite du webinaire horticole du 17 avril dernier « *Brocoli : la lutte contre les taches alternariennes et les ravageurs* », nous avons élaboré un bref questionnaire portant sur les différentes variétés de brocoli et les pratiques culturales pour mieux comprendre pourquoi les taches alternariennes deviennent de plus en plus problématiques dans la culture du brocoli au Québec. Vos réponses nous aideront à court terme à évaluer la susceptibilité des variétés de brocoli aux taches alternariennes et à moyen terme à examiner comment les pratiques culturales influencent les infections et le développement des champignons.

Votre adresse courriel Votre réponse	Quels cultivars de brocoli cultivez-vous (ou pour les conseillers ; lesquels sont cultivés par les entreprises que vous suivez) ? Batory Diamante Diplomat Eastern crown Eastern magic Emerald crown Emerald star Everest Green magic Imperial Autre :	À l'inverse, quels sont, à votre avis, les cultivars de brocoli les moins sensibles aux taches alternariennes ? Batory Diamante Diplomat Eastern crown Eastern magic Emerald crown Emerald star Everest Green magic Imperial Autre :	Pratiques culturales Comment irriguez-vous vos champs de brocoli ? Au goutte-à-goutte Par aspersion Pas d'irrigation Fréquence d'irrigation régulière Fréquence d'irrigation irrégulière (au besoin) Autre : À quel moment procédez-vous à la destruction des résidus de culture ? Rapidement après la récolte Dans les semaines suivant la récolte Au printemps suivant Autre : Selon vous, à quel(s) facteur(s) associez-vous l'augmentation des infections des brocolis par les taches alternariennes ? Votre réponse
Sélection des cultivars Quels sont vos critères de sélection de cultivars de brocoli ? Uniformité de maturation Forme de l'inflorescence Sensibilité aux maladies Autre :	Quels sont, à votre avis, les cultivars de brocoli les plus sensibles aux taches alternariennes ? Batory Diamante Diplomat Eastern crown Eastern magic Emerald crown Emerald star Everest Green magic Imperial Autre :	À partir de quelle date observez-vous les premiers symptômes de taches alternariennes dans le brocoli ? Votre réponse	
Est-ce que vous produisez vos transplants ? Votre réponse			
De quel(s) semencier(s) achetez-vous vos semences de brocoli ? (Ou pour les conseillers, de quels semenciers les entreprises que vous suivez achètent-elles leurs semences de brocoli) ? Votre réponse			

Annexe 2. Dispositif expérimental

Projet #203Alternaria 2024

Tamisage fongicides contre Alternaria dans le brocoli

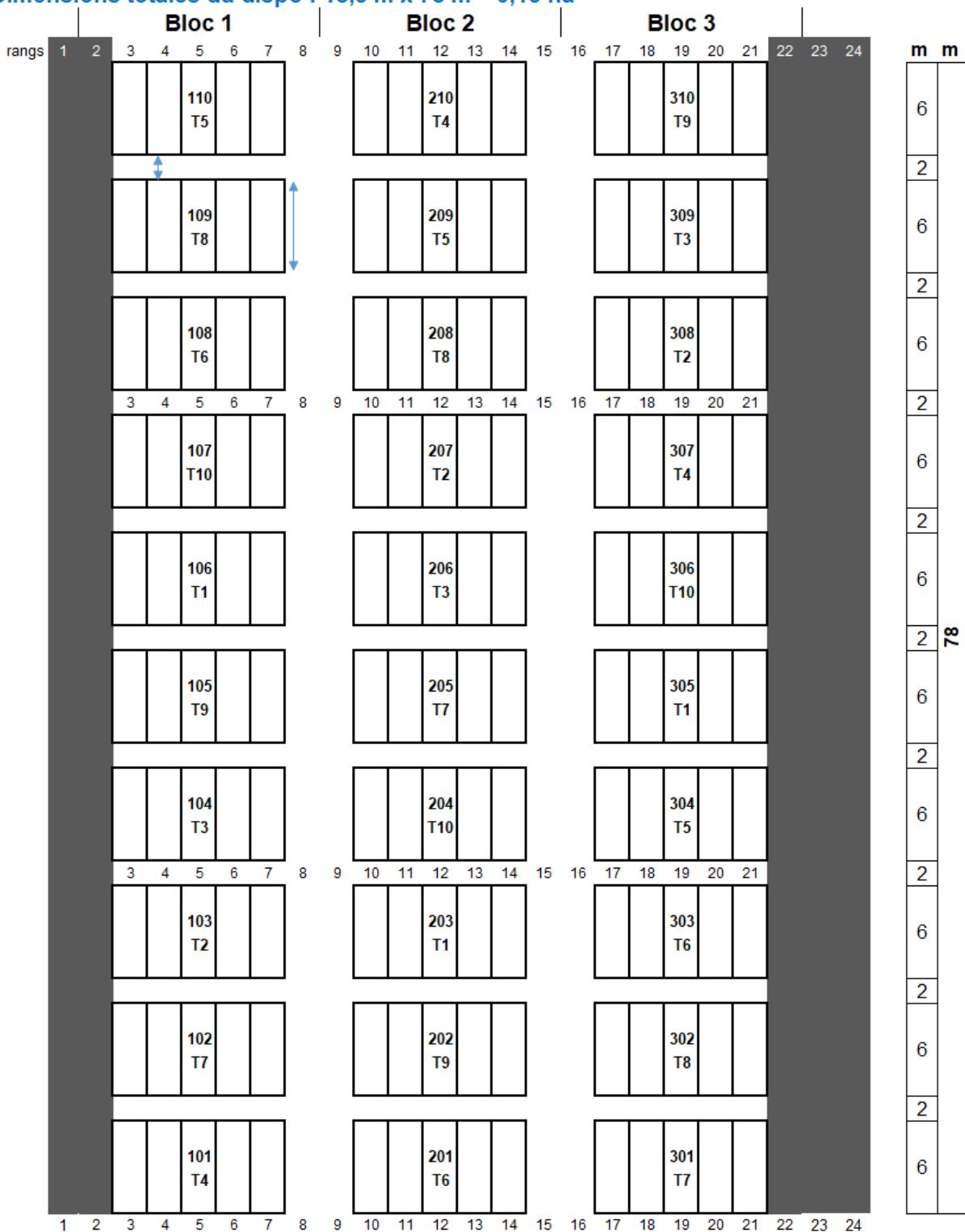
Espaces entre les rangs de 30 pouces (0,76 cm)

Espaces entre les plants de 12 pouces (30 cm) = 20 plants par rang

Parcelles de 5 rangs et 6m de longueur

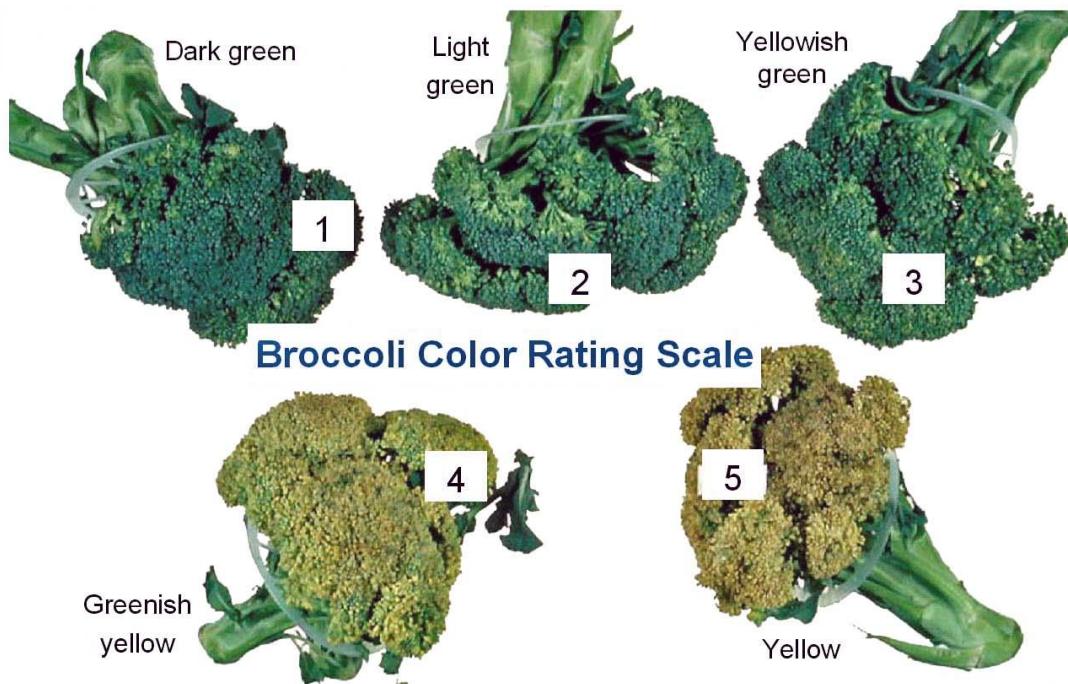
Superficie des parcelles = 22,8 m² (3,8 * 6 m)

Dimensions totales du dispo : 18,3 m x 78 m = 0,15 ha



Ferme Bayonne (plantation 21 juin)
Champ #24-Bayonne-BR-34 (Diamante)

Annexe 3. Échelle de cotation pour la couleur et la maturité des inflorescences de brocoli



Maturity Stages of Broccoli



Immature
Beads small
Head very firm

Mature
Beads well developed
Head firm

Overmature
Beads opening
Head not firm

1

2

3

4

5

Annexe 4. Données météorologiques de juin à septembre 2024

JUNE 2024
LOCAL CLIMATOLOGICAL DATA

DAVIS INSTRUMENTS, WEATHERLINK NETWORK

Berthierville, QC CAN
Ferme Bayonne Inc.

DAVIS

Lat: 46.0965 Long: -73.2036 Elev (ground): 0 m Time Zone: America/Toronto

Date	TEMPERATURE °C					DEG DAYS BASE 18.3°		PRECIP. (mm)	PRESSURE (hPa)		RESULTANT SPEED	RES DIR	WIND SPEED = km/h DIR = DEGREES		WIND MAX		Date				
	MAXIMUM	MINIMUM	AVERAGE	AVERAGE DEW PT	AVERAGE WET BULB	HEATING	COOLING		AVERAGE STATION	AVERAGE SEA LEVEL			INSTANT		ARCHIVE						
													SPEED	DIR	SPEED	DIR					
01	28	9	19	10	14	2.403	3.502	0.0	1016.4	1017.5	1	219	0	14	202	2	270	01			
02	28	10	20	11	15	1.889	3.248	0.0	1013.2	1014.3	1	221	0	16	225	3	225	02			
03	31	14	23	13	17	0.845	5.100	0.0	1011.1	1012.2	0	141	0	13	68	2	225	03			
04	30	15	22	15	18	0.521	4.275	0.0	1012.4	1013.5	1	70	0	13	90	3	68	04			
05	31	16	23	17	19	0.356	5.146	0.0	1006.8	1007.9	1	86	0	14	225	3	68	05			
06	28	18	23	19	20	0.000	4.514	30.0	998.1	999.2	1	92	0	21	68	5	90	06			
07	24	16	19	15	17	0.738	1.171	3.4	997.7	998.8	1	222	0	29	225	5	225	07			
08	22	14	18	15	16	1.382	0.644	3.8	998.8	999.9	3	221	2	24	225	5	225	08			
09	20	15	17	14	15	1.958	0.144	0.8	996.1	997.2	3	224	2	23	225	5	225	09			
10	20	14	16	14	15	2.150	0.262	2.8	998.6	999.7	1	203	0	13	225	5	202	10			
11	20	13	16	13	14	2.269	0.130	0.0	1011.4	1012.5	1	214	0	16	225	5	202	11			
12	21	10	17	13	14	2.280	0.669	0.0	1013.7	1014.8	2	222	2	23	248	5	225	12			
13	25	13	19	16	17	1.539	2.618	0.8	1008.0	1009.1	2	222	2	23	225	5	225	13			
14	25	12	20	15	17	0.752	2.442	5.0	1006.5	1007.6	2	245	2	24	225	8	225	14			
15	21	8	14	8	11	4.227	0.299	0.0	1017.2	1018.3	1	321	0	16	270	2	315	15			
16	23	7	16	9	12	3.340	1.352	0.0	1020.5	1021.6	2	222	0	21	248	3	202	16			
17	28	15	21	17	18	1.134	3.549	0.2	1014.8	1015.9	2	225	0	21	225	5	225	17			
18	33	19	27	22	23	0.000	8.280	0.0	1016.9	1018.0	4	224	2	26	225	6	225	18			
19	34	21	28	23	25	0.000	9.981	0.0	1018.5	1019.6	5	223	3	29	248	8	225	19			
20	33	21	27	21	23	0.000	9.056	0.0	1019.9	1021.0	1	275	0	24	248	3	225	20			
21	23	15	20	14	16	0.657	1.954	0.0	1021.2	1022.3	1	49	0	14	90	3	45	21			
22	25	15	20	15	17	0.935	2.563	0.0	1014.7	1015.8	0	180	0	8	90	0	--	22			
23	19	16	17	15	16	1.069	0.032	49.0	998.9	1000.0	3	67	2	21	90	5	90	23			
24	26	15	19	16	17	1.088	2.225	6.6	1000.8	1001.9	3	39	2	23	22	6	45	24			
25	29	15	23	17	19	0.727	4.801	0.0	1004.6	1005.6	6	225	2	34	225	10	225	25			
26	28	18	22	18	19	0.051	3.618	3.0	1000.2	1001.3	2	226	2	35	270	8	225	26			
27	23	10	16	11	13	2.639	0.486	2.2	1005.3	1006.3	1	276	0	11	202	2	202	27			
28	23	8	17	10	13	2.880	1.308	0.0	1016.7	1017.8	1	218	0	19	248	5	225	28			
29	21	15	18	15	16	0.847	0.465	4.4	1011.1	1012.2	3	224	2	23	270	6	225	29			
30	28	18	22	18	20	0.035	4.160	0.0	1006.2	1007.3	2	244	2	23	248	5	225	30			
	26	14	20	15	17	1.489	2.933		1009.2	1010.3	2	194	2	< Monthly Avg							
NUMBER OF DAYS WITH:	>	Maximum Temp ≥ 32.2: 3			Minimum Temp ≤ 0: 0			Precipitation ≥ 0.2 mm: 12			Greatest 24 - hr precipitation: 33.4 Date: 6-7										
SEA LEVEL PRESSURE:	>	MAXIMUM: 1024.9			16	08:00		MINIMUM: 994.0			Monthly Total Precipitation: 112.0										
						DATE		TIME			MONTHLY TOTAL			SEASON TO DATE TOTAL							

JULY 2024
LOCAL CLIMATOLOGICAL DATA
DAVIS INSTRUMENTS, WEATHERLINK NETWORK

Berthierville, QC CAN
Ferme Bayonne Inc.

DAVIS

Lat: 46.0965 Long: -73.2036 Elev (ground): 0 m Time Zone: America/Toronto

Date	Temperature °C				Deg Days Base 18.3°		Precip. (mm)	Pressure (hPa)		Wind Speed = km/h Dir = Degrees						Date			
	Max	Min	Avg	Avg Dew Pt	Avg Wet Bulb	Heating	Cooling	Wind	Station Avg	Sea Level Avg	Resultant Speed	Dir	Wind Max		Speed	Dir			
													Instant	Archive					
01	28	14	21	13	16	0.787	3.289	0.0	1016.9	1018.0	0	18	0	13	45	2	22	01	
02	29	13	21	15	17	1.271	4.169	0.0	1020.8	1022.0	0	203	0	10	225	2	202	02	
03	28	13	22	17	18	1.028	4.366	1.2	1014.2	1015.3	2	215	2	26	248	5	225	03	
04	30	20	25	21	22	0.000	6.562	0.4	1007.5	1008.6	3	223	2	26	225	6	225	04	
05	28	19	23	19	21	0.000	5.109	0.0	1007.8	1008.9	1	86	2	16	338	5	68	05	
06	26	18	22	19	20	0.000	3.181	34.8	1007.8	1008.9	1	63	0	13	68	3	68	06	
07	28	17	22	19	20	0.132	4.035	0.2	1012.2	1013.3	1	215	0	13	248	3	202	07	
08	29	18	24	20	21	0.000	5.465	0.0	1013.5	1014.6	2	222	0	21	225	5	225	08	
09	27	19	23	20	21	0.000	4.359	0.2	1009.2	1010.3	2	225	0	19	248	5	225	09	
10	24	18	21	19	20	0.000	2.711	10.8	1008.7	1009.8	2	66	0	18	22	5	68	10	
11	22	19	20	18	19	0.000	1.836	27.2	1010.0	1011.1	4	62	3	23	68	6	68	11	
12	28	20	23	20	21	0.000	4.738	0.0	1017.1	1018.2	2	228	0	16	225	5	225	12	
13	28	19	23	20	21	0.000	4.266	1.8	1015.9	1017.0	1	202	0	21	225	5	225	13	
14	29	18	24	20	21	0.000	5.861	0.2	1011.2	1012.3	4	223	2	24	225	8	225	14	
15	30	20	25	22	23	0.000	6.873	2.2	1005.3	1006.4	3	222	2	27	248	6	225	15	
16	28	21	23	21	22	0.000	5.120	7.0	1002.9	1004.0	2	221	0	19	225	5	225	16	
17	28	21	24	20	21	0.000	5.458	0.6	1004.1	1005.2	3	223	2	27	225	8	225	17	
18	25	17	20	17	18	0.250	2.322	1.0	1008.7	1009.8	1	240	0	14	225	3	225	18	
19	28	14	21	15	17	0.917	3.574	0.0	1015.0	1016.1	2	220	2	21	248	5	225	19	
20	27	16	20	16	18	0.456	2.468	5.6	1012.9	1014.0	4	224	3	31	225	10	225	20	
21	25	11	18	13	15	2.000	2.060	0.2	1015.4	1016.5	0	180	0	11	202	0	--	21	
22	27	12	20	15	17	1.701	3.162	0.0	1014.9	1016.0	1	247	0	14	225	3	292	22	
23	27	16	21	16	18	0.576	3.035	0.0	1016.5	1017.6	1	74	0	14	68	3	68	23	
24	27	16	21	18	19	0.583	3.062	15.0	1016.3	1017.4	1	77	0	13	68	5	68	24	
25	23	18	20	17	18	0.016	2.174	0.6	1010.8	1011.9	3	219	2	31	180	6	225	25	
26	29	15	22	16	18	0.692	3.896	0.0	1014.7	1015.8	0	248	0	11	202	2	292	26	
27	28	13	21	16	18	1.269	4.181	0.0	1017.0	1018.1	2	226	0	16	225	5	225	27	
28	29	16	23	18	20	0.356	4.606	0.0	1016.4	1017.5	2	225	0	18	248	5	225	28	
29	29	16	23	19	20	0.310	4.995	0.0	1011.6	1012.7	1	76	0	13	68	3	68	29	
30	30	19	24	20	21	0.000	5.632	0.0	1008.4	1009.5	1	225	0	16	225	3	225	30	
31	28	22	23	21	22	0.000	5.102	36.0	1007.2	1008.3	1	225	0	16	248	3	225	31	
	27	17	22	18	19	0.772	4.118		1012.0	1013.1	2	181	2	< Monthly Avg					
NUMBER OF DAYS WITH:				Maximum Temp ≥ 32.2: 0				Minimum Temp ≤ 0: 0				Precipitation ≥ 0.2 mm: 14				Greatest 24 - hr precipitation: 38.0 Date: 10-11			
				Maximum Temp ≤ 0: 0				Minimum Temp ≤ -17.7: 0				Precipitation ≥ 2.0 mm: 7				Monthly Total Precipitation: 145.0			
SEA LEVEL PRESSURE: > MAXIMUM: 1024.3 DATE: 2 TIME: 09:00								DEGREES DAYS: > HEATING: 12.345 SEASON TO DATE TOTAL								COOLING: 127.667 250.609			

JULY 2024
Berthierville, QC CAN

AUGUST 2024
LOCAL CLIMATOLOGICAL DATA

DAVIS INSTRUMENTS, WEATHERLINK NETWORK

Berthierville, QC CAN
Ferme Bayonne Inc.

DAVISE

Lat: 46.0965 Long: -73.2036 Elev (ground): 0 m Time Zone: America/Toronto

TEMPERATURE °C								DEG DAYS BASE 18.3°		PRECIP. (mm)	PRESSURE (hPa)		WIND SPEED = km/h DIR = DEGREES						Date
Date	MAXIMUM	MINIMUM	AVERAGE	AVERAGE DEW PT	AVERAGE WET BULB	HEATING	COLDING	AVERAGE STATION	AVERAGE SEALEVEL	RESULTANT SPEED	RES DIR	AVERAGE SPEED	INSTANT SPEED	DIR	ARCHIVE SPEED	DIR	Date		
01	32	20	25	22	23	0.000	6.856	0.2	1009.0	1010.1	1	209	0	16	225	3	225	01	
02	31	20	26	22	23	0.000	7.565	0.0	1008.3	1009.4	2	225	2	21	225	5	225	02	
03	32	20	24	21	22	0.000	6.111	27.0	1005.5	1006.6	0	154	0	29	248	5	225	03	
04	30	18	22	19	20	0.014	4.042	3.4	1008.2	1009.3	0	55	0	14	225	2	68	04	
05	22	14	18	15	16	1.285	0.831	6.0	1013.3	1014.4	0	225	0	11	68	2	225	05	
06	25	12	18	14	15	1.921	1.692	0.0	1014.2	1015.3	0	225	0	16	248	2	225	06	
07	26	12	19	13	16	1.741	2.604	0.2	1015.5	1016.6	0	45	0	11	68	2	45	07	
08	25	11	19	15	16	1.831	2.563	0.2	1017.5	1018.6	1	89	2	27	248	3	68	08	
09	20	17	19	15	16	0.322	0.553	135.8	1008.9	1010.0	2	57	2	31	45	8	338	09	
10	26	19	21	17	19	0.000	2.947	0.2	1006.7	1007.8	5	222	5	29	248	8	225	10	
11	24	16	19	15	17	0.900	1.465	1.2	1009.4	1010.5	3	223	3	26	248	6	225	11	
12	23	15	19	15	17	1.111	1.299	1.2	1009.8	1010.9	2	219	0	14	248	5	225	12	
13	29	15	21	16	18	1.023	3.315	0.0	1012.4	1013.5	1	232	0	11	225	3	225	13	
14	29	15	22	18	19	0.713	4.238	0.0	1014.3	1015.4	0	180	0	8	202	0	--	14	
15	27	17	22	18	19	0.236	3.403	0.0	1013.9	1015.0	0	79	0	10	90	2	90	15	
16	28	17	22	19	20	0.236	3.880	0.2	1013.7	1014.8	0	67	0	8	90	2	68	16	
17	26	19	22	19	20	0.000	3.660	0.6	1011.3	1012.4	0	191	0	19	248	3	225	17	
18	26	20	22	19	20	0.000	4.144	1.8	1007.2	1008.3	1	231	0	14	248	3	225	18	
19	21	13	17	15	16	1.523	0.660	11.2	1005.1	1006.2	1	14	0	18	22	5	45	19	
20	20	12	15	12	14	3.178	0.292	8.4	1010.4	1011.5	2	51	0	18	45	5	45	20	
21	16	13	14	12	13	3.986	0.000	7.8	1013.9	1015.0	2	56	0	19	68	6	45	21	
22	19	13	15	13	14	2.933	0.028	5.2	1016.5	1017.6	0	337	0	10	22	2	338	22	
23	25	11	18	14	16	2.211	2.220	0.2	1019.8	1021.0	3	220	2	21	202	5	225	23	
24	26	15	20	16	18	0.843	2.889	0.0	1019.6	1020.7	3	222	2	21	225	5	225	24	
25	26	17	21	18	19	0.079	2.595	1.6	1020.3	1021.4	0	225	0	13	202	2	225	25	
26	28	14	21	16	18	0.912	3.102	0.2	1018.6	1019.7	0	180	0	8	90	0	--	26	
27	27	16	22	19	20	0.294	4.153	1.0	1013.0	1014.1	3	222	2	23	225	5	225	27	
28	21	12	18	14	15	1.484	0.775	7.0	1014.1	1015.2	2	27	2	19	360	5	22	28	
29	22	8	15	11	13	3.921	0.701	0.0	1024.2	1025.3	2	74	0	14	90	3	68	29	
30	25	10	18	15	16	2.551	2.361	0.2	1021.1	1022.2	1	74	0	13	68	3	68	30	
31	21	18	19	16	17	0.016	1.042	7.8	1011.0	1012.0	1	232	0	18	225	3	225	31	
	25	15	20	16	18	1.411	2.733		1013.1	1014.2	1	156	2	< Monthly Avg					
NUMBER OF DAYS WITH:	> Maximum Temp ≥ 32.2: 0				Minimum Temp ≤ 0: 0				Precipitation ≥ 0.2 mm: 16				Greatest 24 - hr precipitation: 125.2 Date: 8-9						
	> Maximum Temp ≤ 0: 0				Minimum Temp ≤ -17.7: 0				Precipitation ≥ 2.0 mm: 10				Monthly Total Precipitation: 228.6						
SEA LEVEL PRESSURE:	> MAXIMUM: 1026.8				DATE 29	TIME 11:00	DEGREEE DAYS: >				HEATING: 35.264				MONTHLY TOTAL SEASON TO DATE TOTAL				
	MINIMUM: 996.9				9	21:00	COOLING: 81.984				332.593								

AUGUST 2024
Berthierville, QC CAN

SEPTEMBER 2024
LOCAL CLIMATOLOGICAL DATA
DAVIS INSTRUMENTS, WEATHERLINK NETWORK

Berthierville, QC CAN
Ferme Bayonne Inc.

DAVIS

Lat: 46.0965 Long: -73.2036 Elev (ground): 0 m Time Zone: America/Toronto

TEMPERATURE °C							DEG DAYS BASE 18.3°		PRECIP. (mm)	PRESSURE (hPa)		WIND SPEED = km/h DIR = DEGREES						Date
Date	MAXIMUM	MINIMUM	AVERAGE	AVERAGE DEW PT	AVERAGE WET BULB	HEATING	COOLING	WATER EQUIV	AVERAGE STATION	AVERAGE SEA LEVEL	RESULTANT SPEED	RES DIR	AVERAGE SPEED	SPEED	WIND MAX			
	INSTANT	ARCHIVE																
01	25	12	19	16	17	0.859	1.644	10.2	1006.1	1007.2	3	224	2	34	270	8	225	01
02	19	9	13	9	11	5.095	0.002	0.2	1015.0	1016.1	0	304	0	10	202	2	292	02
03	22	7	15	10	12	4.236	0.662	0.0	1021.9	1023.0	0	259	0	18	225	2	315	03
04	25	13	18	14	16	1.729	1.861	0.0	1025.7	1026.8	4	220	3	26	225	6	225	04
05	26	12	19	14	16	2.049	2.245	0.0	1024.0	1025.1	2	226	0	21	248	5	225	05
06	25	11	18	14	15	2.213	1.910	0.0	1015.4	1016.5	2	211	0	18	248	3	202	06
07	25	14	18	14	16	1.938	1.218	9.6	1006.7	1007.7	0	162	0	27	225	3	202	07
08	14	7	10	8	9	8.032	0.000	0.0	1006.2	1007.3	6	222	5	35	225	10	225	08
09	21	9	14	8	11	4.766	0.380	0.0	1010.6	1011.7	3	221	2	24	202	6	225	09
10	21	6	12	8	10	6.194	0.322	0.0	1015.6	1016.7	0	203	0	16	225	2	202	10
11	24	9	16	12	14	3.625	1.505	0.0	1018.4	1019.5	2	225	2	21	248	5	225	11
12	25	14	18	15	16	1.602	1.660	0.8	1020.6	1021.7	0	225	0	11	225	2	225	12
13	29	13	20	16	17	1.500	3.123	0.0	1021.7	1022.8	0	225	0	10	225	2	225	13
14	26	15	19	15	17	1.132	2.183	0.0	1024.1	1025.3	2	67	0	14	68	5	68	14
15	29	12	20	16	17	1.586	2.977	0.0	1024.7	1025.8	0	205	0	11	225	2	68	15
16	29	14	21	17	18	0.877	3.697	0.0	1022.1	1023.2	2	225	2	21	225	5	225	16
17	29	15	21	16	18	0.863	3.627	0.0	1019.5	1020.6	2	217	0	14	225	3	225	17
18	29	13	20	15	17	1.407	3.044	0.0	1016.8	1017.9	1	210	0	14	225	2	202	18
19	28	12	19	15	17	1.699	2.458	0.0	1014.0	1015.1	2	61	0	16	90	3	68	19
20	24	15	19	15	17	1.213	1.521	0.0	1015.5	1016.6	3	58	2	26	90	6	68	20
21	20	14	17	13	14	2.065	0.299	0.0	1016.1	1017.2	3	67	2	19	68	6	68	21
22	22	12	16	12	14	2.741	0.731	0.0	1015.8	1016.9	2	67	2	21	90	6	68	22
23	17	11	14	12	13	4.118	0.000	0.6	1016.6	1017.7	0	88	0	13	248	2	90	23
24	22	14	17	13	15	1.836	0.727	0.0	1019.4	1020.5	1	71	0	18	68	3	68	24
25	16	13	15	12	13	3.690	0.000	5.8	1018.7	1019.8	1	90	0	18	90	3	90	25
26	22	14	16	13	14	2.444	0.539	14.2	1012.5	1013.6	1	218	0	27	225	5	225	26
27	20	13	16	13	14	2.454	0.470	0.0	1014.3	1015.4	1	225	0	14	225	3	225	27
28	21	11	16	13	14	3.037	0.363	0.0	1016.2	1017.3	2	66	2	23	90	5	68	28
29	24	9	15	12	14	3.667	0.829	0.2	1015.0	1016.1	0	60	0	11	68	2	68	29
30	22	10	16	12	14	3.229	0.836	0.0	1017.9	1019.0	2	77	0	18	68	6	68	30
	24	12	17	13	15	2.730	1.512		1016.9	1018.0	2	166	2	< Monthly Avg				
NUMBER OF DAYS WITH:	> Maximum Temp ≥ 32.2: 0 Minimum Temp ≤ 0: 0				Precipitation ≥ 0.2 mm: 6 Precipitation ≥ 2.0 mm: 4				Greatest 24 - hr precipitation: 19.8 Date: 25-26 Monthly Total Precipitation: 41.6									
SEA LEVEL PRESSURE:	>	MAXIMUM: 1028.6	4	DATE TIME	10:00	DEGREEE DAYS: >	HEATING: 81.896	MONTHLY TOTAL	SEASON TO DATE TOTAL	MINIMUM: 1003.0	1	14:00	COOLING: 40.831	129.505	373.424			

SEPTEMBER 2024
Berthierville, QC CAN

Annexe 5. Images représentatives de chaque cultivar à la récolte.

Cultivar				
Abrams	Belstar	Diamante	Diamante probio.	Eastern crown
				
Eastern magic	Eastern magic probio.	Emerald crown	Imperial	TLALOC
				