

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, sous-volet 11.1 – Appui à la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture

TITRE DU PROJET :

ÉVALUER LE POTENTIEL DE LA PULVÉRISATION ÉLECTROSTATIQUE À ASSISTANCE PNEUMATIQUE POUR LA LUTTE CONTRE LE *BOTRYTIS SQUAMOSA*, DANS LA CULTURE DE L'OIGNON EN SOL ORGANIQUE

NUMÉRO DU PROJET : PHYD-1-LUT-11-1528

Réalisé par :
Mr Franck Bosquain, Dta
Compagnie de recherche Phytodata inc.

DATE : Mars 2013

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.

Personnes impliquées :

- Carl Veilleux et son équipe, BSL Technologies inc. : conception de la rampe et optimisation du matériel de pulvérisation en conditions expérimentales.
- Bernard Panneton, ing. PhD, chercheur au CRDH d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à St-Jean sur Richelieu : expert scientifique du projet, correction des protocoles, validation des analyses de données et corrections des rapports.
- Marlène Piché, ing. M.Sc.A., technicienne au CRDH d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à St-Jean sur Richelieu : élaboration et correction du protocole de dérive, analyse des échantillons de colorants, validation des données dérive, relecture et correction du rapport final.
- Luc Brodeur, agr., directeur de Phytodata Inc. : encadrement technique, communications avec les entreprises, validation du protocole, relecture et corrections des rapports
- Maryse Barrette, PhD. : analyses statistiques et relecture du rapport d'étape (2011)
- Anne-Marie Fortier, M.Sc : analyses statistiques et relecture du rapport final (2012)
- L'équipe de réalisation des essais au champ :

Mahmoud Ramadan, technicien de recherche pour Phytodata Inc., en charge des pulvérisations et des évaluations au champ,

Les saisonniers, aides à la recherche :

Julien Hamelin Lalonde, Mathilde Girard, (2011)

Samuel Bourdeau, Abderhaman Arezki, Ghania Oukaci et Dominique Lamarre (2012)

ÉVALUER LE POTENTIEL DE LA PULVÉRISATION ÉLECTROSTATIQUE À ASSISTANCE PNEUMATIQUE POUR LA LUTTE CONTRE LE *BOTRYTIS SQUAMOSA* DANS LA CULTURE DE L'OIGNON EN SOL ORGANIQUE

Franck Bosquain, Dta

Durée : 05/2011 – 03/2013

INTRODUCTION

Ce projet s'inscrit dans la continuité des projets initiés par la Compagnie de recherche Phytodata inc. visant à optimiser l'efficacité des applications de pesticides dans les cultures maraîchères.

En Montérégie, la culture de l'oignon jaune occupe une superficie en production d'environ 700 hectares (données 2010), essentiellement en sol organique. La brûlure de la feuille causée par le pathogène *Botrytis squamosa* Walker est la principale maladie foliaire s'attaquant à l'oignon dans cette région.

Peu connue du milieu maraîcher québécois, la pulvérisation électrostatique à assistance pneumatique, combinée aux pesticides existants, permettrait d'améliorer la qualité des traitements en procurant un meilleur recouvrement du feuillage. Cette technologie faciliterait le recouvrement de toutes les parties de la plante, qu'elles soient ou non exposées à la buse du pulvérisateur, puisque les gouttelettes chargées négativement se repoussent entre elles, tout en étant attirées par la plante qui est chargée positivement. Ce rapport décrit les travaux effectués durant deux années, à travers de quatre sites expérimentaux établis durant les saisons de production 2011 et 2012, ainsi que les résultats d'essais comparatifs de dérive entre la pulvérisation conventionnelle et la pulvérisation électrostatique à assistance pneumatique effectués durant la saison estivale 2012. En termes de contrôle du Botrytis, la pulvérisation électrostatique est un matériel qui semble globalement comparable à une pulvérisation avec jets coniques, compte tenu des conditions climatiques vécues. Des essais de dérive additionnels sont suggérés.

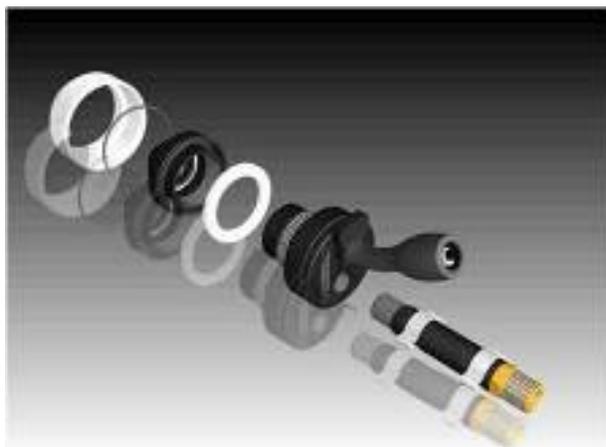
D'après les contraintes rencontrées durant ce projet et la familiarisation des intervenants à cet équipement encore peu utilisé, l'expertise s'affine et nous amène à conscientiser les producteurs et les conseillers agricoles à une utilisation adéquate d'un équipement viable et performant dans des conditions appropriées. La technologie testée et éprouvée dans plusieurs cultures maraîchères à l'étranger nous incite à continuer en ce sens.

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

Ce projet a pour principal objectif de comparer la technique de pulvérisation électrostatique à assistance pneumatique à une pulvérisation hydraulique conventionnelle, dans le but d'améliorer la lutte contre le botrytis dans la culture de l'oignon jaune.

L'équipement utilisé pour ce projet a été fourni par l'entreprise BSL technologies, qui développe au Québec les produits ESS (Electrostatic Spraying System) américains.

Description du matériel à l'étude :



Les buses sont alimentées par trois sources différentes :

- la bouillie (fongicide + eau)
- l'air (débit idéal de 6 cfm ou pi^3/mn)
- l'électricité

Pour l'alimentation en air, nous avons utilisé, en 2011, les bouteilles de CO₂ servant à la mise en pression de la bouillie. Le débit d'air mesuré à la buse était de 3 cfm. Ce débit étant inférieur à un pulvérisateur commercial, nous avons, en 2012, utilisé un compresseur additionnel pour arriver au débit d'air souhaité de 6 cfm. Ce compresseur monté sur roues et équipé d'un tuyau et d'un réservoir est généralement commercialisé comme unité mobile en serre.



Ainsi, en 2011 et 2012, deux sites ont été installés dans des champs en production commerciale chez deux producteurs d'oignons en Montérégie Ouest, pour un total de quatre sites. Dans ces sites, 9 traitements ont été comparés, distribués aléatoirement selon un dispositif en blocs complets avec trois répétitions (dispositif en annexe A):

A : Témoin non traité

B : Dithane-Bravo **pleine dose** avec pulvérisateur conventionnel (buses D3-25) à **300** L/ha

C : Dithane-Bravo **demie dose** avec pulvérisateur conventionnel (buses D3-25) à **300** L/ha

D : Dithane-Bravo **pleine dose** avec pulvérisateur électrostatique à **100** L/ha

E : Dithane-Bravo **demie dose** avec pulvérisateur électrostatique à **100** L/ha

F : Dithane-Bravo **pleine dose** avec pulvérisateur conventionnel (buses D2-13) à **100** L/ha

G : Dithane-Bravo **pleine dose** avec pulvérisateur électrostatique à **100** L/ha sans électricité, c'est à dire uniquement avec l'assistance pneumatique.

H : Dithane-Bravo **pleine dose** avec pulvérisateur électrostatique à **75** L/ha

I : Dithane-Bravo **demie dose** avec pulvérisateur électrostatique à **75** L/ha

Fongicides utilisés : **Dithane DG** (2,25 kg/ha) en mélange avec **Bravo 500** (2,4 l/ha) pour la pleine dose et respectivement à 1.125 kg/ha et 1.2 l/ha pour la demie dose.

Une évaluation des vingt-sept parcelles a été effectuée une fois par semaine pour les quatre sites durant la période des essais de la manière suivante:

- Dix oignons ont été choisis au hasard sur les deux rangs doubles du centre de chaque parcelle, le nombre de taches actives a été noté pour la feuille du haut (plus longue feuille du plant) et la feuille du bas (première feuille non sénescente). Aucun indice d'affectation du feuillage n'a été noté au cours des deux années d'essai lorsque le nombre de taches était supérieur à 50 (comme prévu dans le protocole initial) puisque ce nombre n'a pas été atteint.
- Les oignons ont été récoltés sur les deux rangs du centre dans chaque parcelle, sur une longueur de deux mètres. Ils ont ensuite été calibrés, comptés et pesés pour estimer le rendement vendable.

Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel XLStat sur les données de dépistage (taches de botrytis) ainsi que sur les rendements. Les moyennes ont été comparées à l'aide de l'ANOVA. Lorsque cette analyse montrait des différences significatives entre les traitements, elle était suivie d'un test de comparaisons multiples de Tukey.

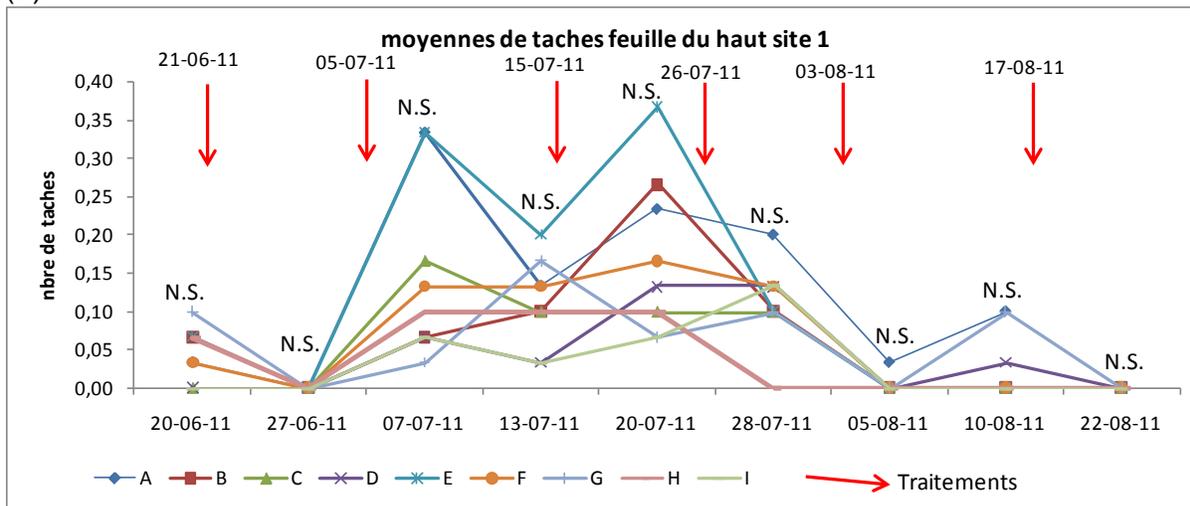
RÉSULTATS OBTENUS EN 2011

Les deux sites ont été installés le 2 juin 2011 dans deux champs d'oignon jaune en production commerciale. Les premières évaluations ont eu lieu le 20 juin avant les premiers traitements. À cette date, la maladie n'était pas encore présente sur le feuillage. Au total, six traitements ont été effectués pour le site 1 et cinq pour le site 2.

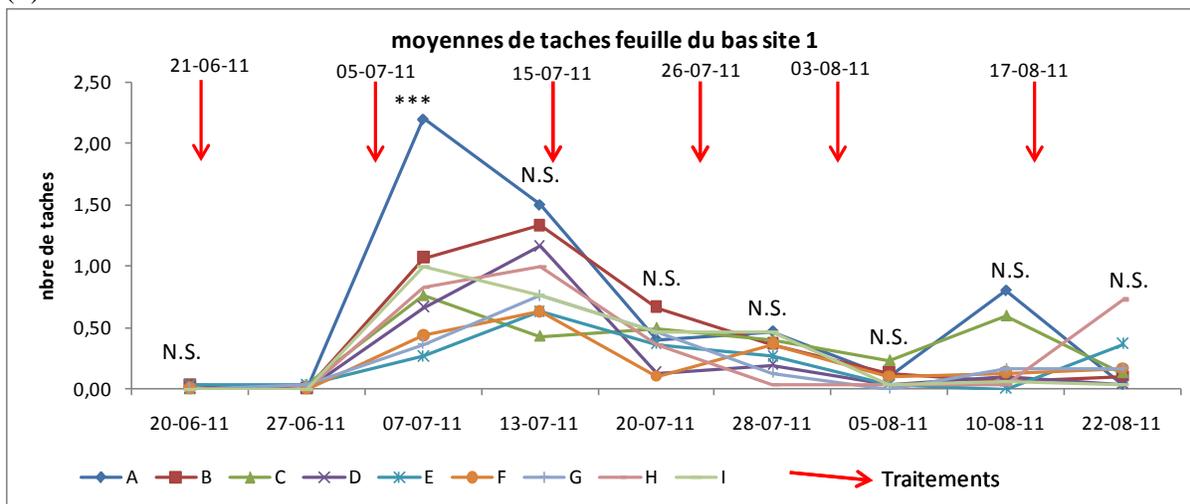
Les graphiques présentés ci-dessous illustrent l'évolution de la maladie, pour les deux sites, au cours de la saison 2011, par la moyenne des taches de botrytis observées sur la feuille du haut et sur la feuille du bas, sur 30 oignons évalués (10 oignons x 3 répétitions) pour chaque traitement.

Figure 1 : moyennes de taches sur les feuilles du haut (a) et du bas (b) des plants d'oignons (site 1, 2011)

(a)



(b)



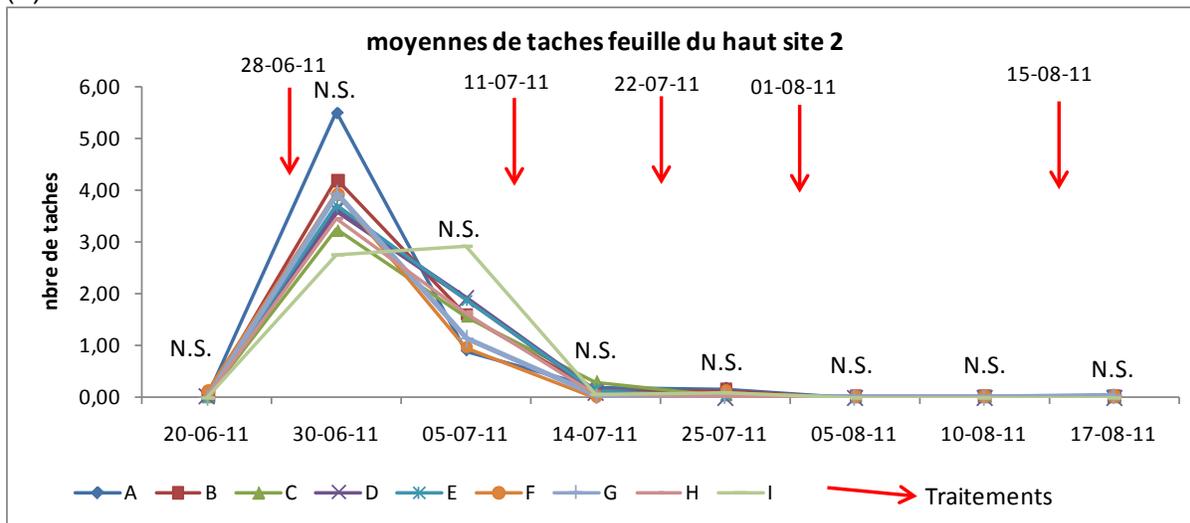
*** : différence significative ($p < 0.0001$)

De manière générale, la saison 2011 n'a pas été propice à une forte pression de la maladie. Selon les graphiques présentés ci-dessus, le nombre moyen de taches n'a pas excédé 12 taches par feuille (figure 2). Le deuxième site a néanmoins été un peu plus infesté, mais les conditions climatiques du mois de juillet (chaud et sec) et les traitements successifs ont fait régresser la maladie.

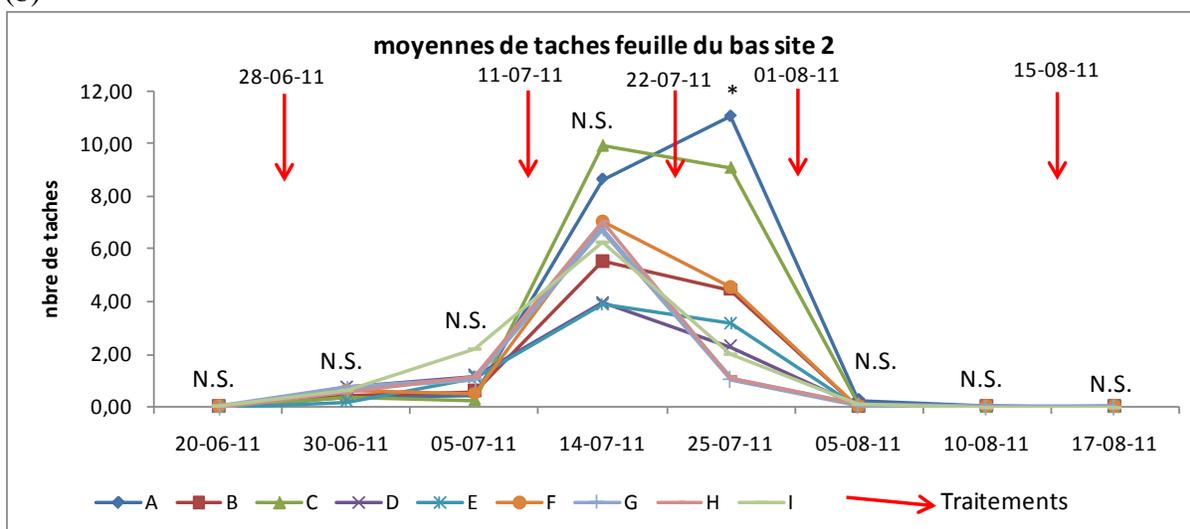
Néanmoins, dans le premier site, tous les traitements se sont démarqués significativement du témoin le 7 juillet (moyennes de taches feuilles du bas figure 1). Les deux applications effectuées le 22 juin et le 5 juillet ont permis de protéger efficacement le feuillage, quel que soit le traitement. Les traitements conventionnels et l'électrostatique ne sont pas différents, peu importe les doses de fongicides et les volumes d'application.

Figure 2 : moyennes de taches sur les feuilles du haut (a) et du bas (b) des plants d'oignons (site 2, 2011)

(a)



(b)



* Différence significative ($p < 0.01$)

Dans le deuxième site, un seul traitement s'est démarqué du témoin non traité lors de l'évaluation du 25 juillet **sur les feuilles du bas**. Le traitement G (Dithane-Bravo pleine dose avec pulvérisateur électrostatique à 100 L/ha sans électricité, c'est à dire uniquement avec l'assistance pneumatique) ressort significativement différent du témoin. Les autres traitements n'étaient pas significativement différents entre eux, ni par rapport au témoin. Les conditions chaudes et sèches du mois d'août n'ont pas permis au botrytis de progresser et les taches actives ont séché.

Évaluations rendements 2011 :

Figure 3 : rendements moyens d'oignons commercialisables par traitement

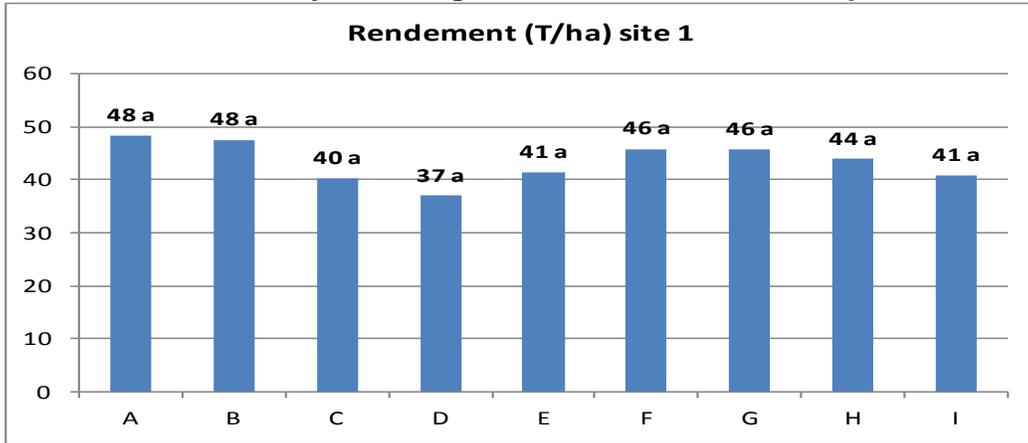
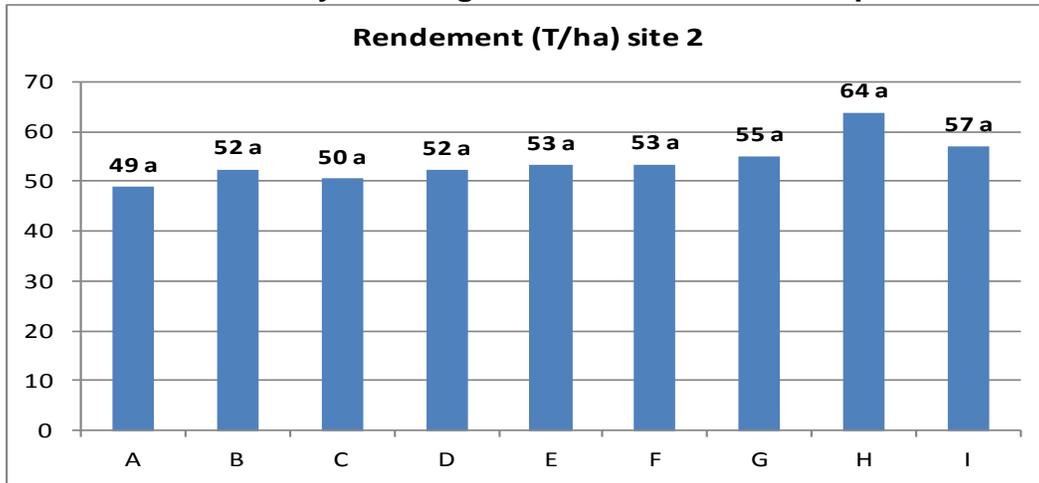


Figure 4 : rendements moyens d'oignons commercialisables par traitement



Après l'évaluation du rendement pour les deux sites mis en place durant la saison 2011, aucune différence n'est ressortie de l'analyse statistique pour le rendement commercialisable (exprimé en tonnes /hectare). Les rendements variaient de 37 à 48 t/ha pour le site 1 et de 49 à 64 t/ha pour le site 2.

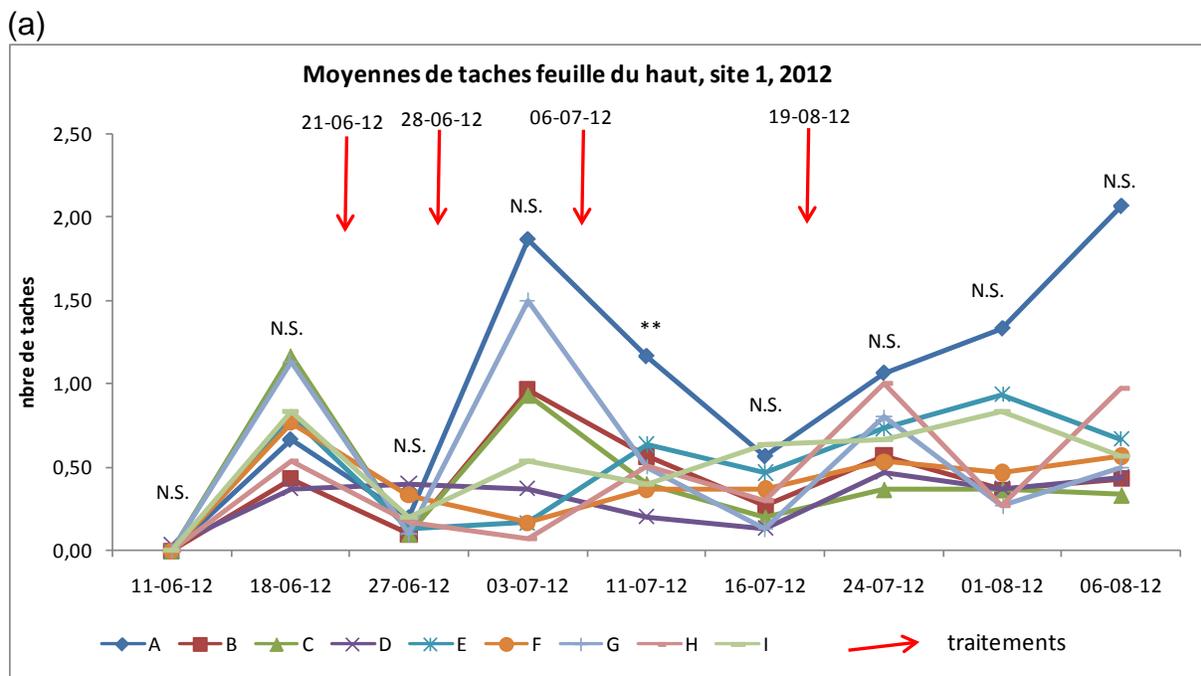
RÉSULTATS OBTENUS EN 2012

Pour la deuxième année d'essai, les deux sites ont été installés le 1^{er} juin 2012. Les évaluations ont débuté le 11 juin pour le site 1, et le 14 juin pour le site 2. Dans le site 2, la maladie était déjà présente (figure 7). Au total, 4 applications ont été effectuées dans le premier site, et 5 dans le deuxième.

Pour l'ensemble des traitements, comme mentionné dans la méthodologie, des modifications ont été apportées au matériel électrostatique. En effet, afin de rejoindre les paramètres d'application des pulvérisateurs électrostatiques commercialisés par BSL technologie, un compresseur sur roues a été connecté à la rampe afin de fournir le débit d'air usuel des pulvérisateurs. Ainsi, ce débit est passé de 3 cfm en 2011 à 6 cfm en 2012.

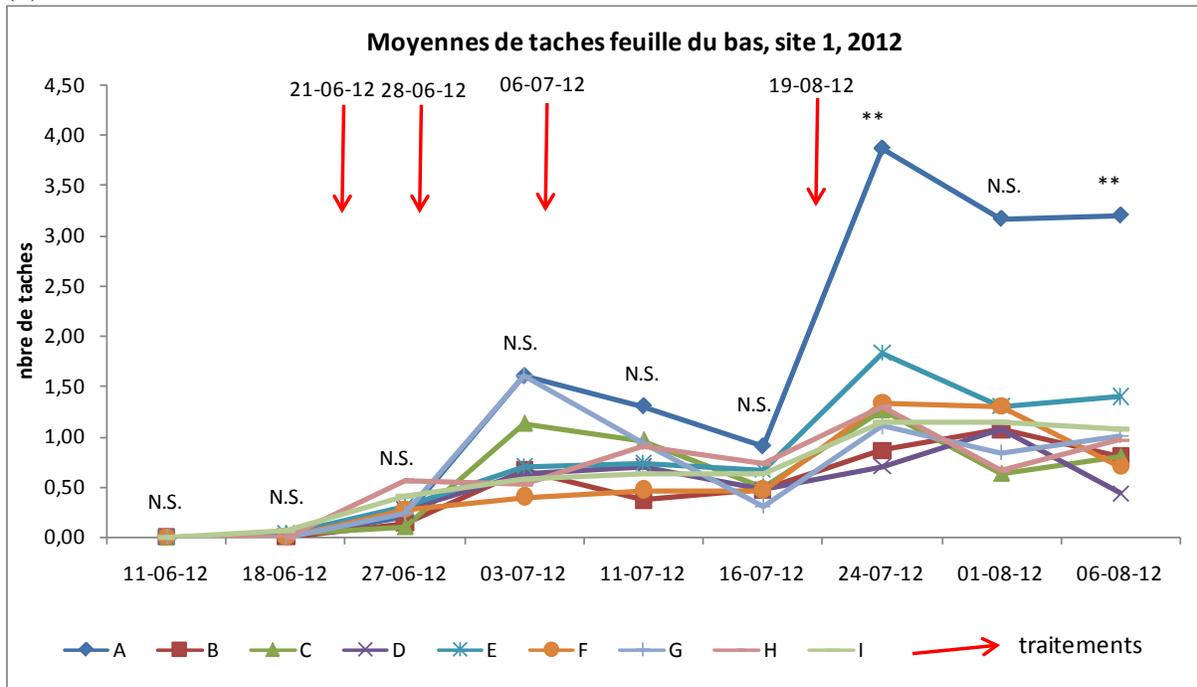
L'évolution des moyennes de taches sur la feuille du haut et la feuille du bas est présentée dans les graphiques suivants. Ces moyennes ont été calculées sur 30 oignons évalués par traitement.

Figure 5 : moyennes de taches sur les feuilles du haut (a) et du bas (b) des plants d'oignons (site 1, 2012)



** Différence significative (p=0.030) (D et F ≠ A)

(b)

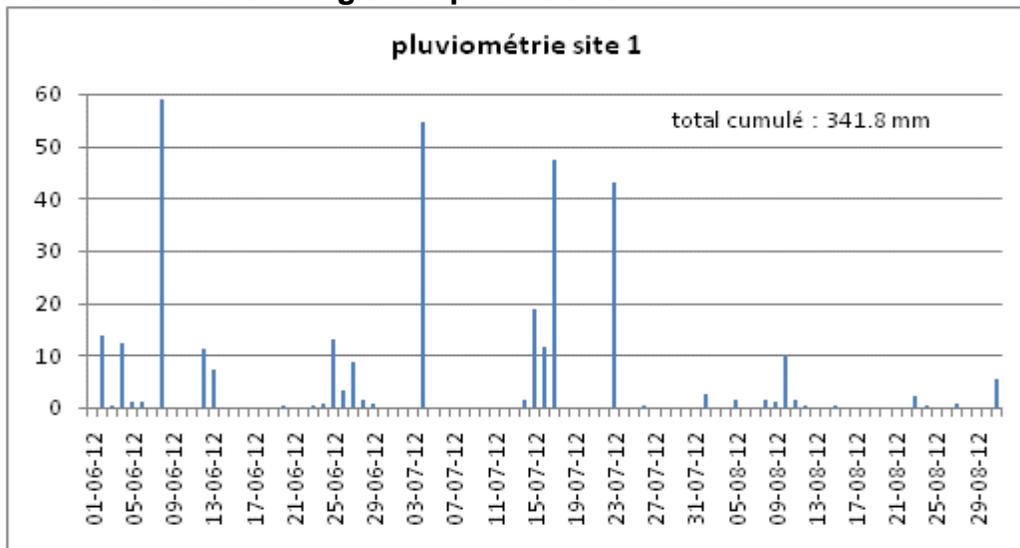


** Différence significative ($p=0.000$) pour le 24 juillet (A \neq tous)

** Différence significative ($p=0.077$) pour le 6 août (D \neq A)

Dans le site 1, les premières taches sont apparues mi-juin, mais l'infestation est restée relativement faible. Début juillet, les moyennes de taches augmentent sur la feuille du haut et la feuille du bas. Rappelons que la saison 2012 a été marquée par la grêle le 4 juillet avec des précipitations de plus de 50 mm en l'espace de quelques heures.

Figure 6 : Pluviométrie enregistrée pour le site 1 en 2012



À ce moment, les conditions climatiques étaient plus favorables à la maladie qui a progressé, et lors de l'évaluation du 11 juillet, nous remarquons une différence significative entre le

témoin et les traitements D (Dithane-Bravo **pleine dose** avec pulvérisateur électrostatique à **100 L/ha**) et F (Dithane-Bravo **pleine dose** avec pulvérisateur conventionnel, buses D2-13 à **100 L/ha**) sur les feuilles du haut. Cependant, les autres traitements ne sont pas différents du témoin et sont comparables aux traitements D et F.

Sur les feuilles du bas (figure 5 b), le nombre moyen de taches actives a progressé à la suite de précipitations de la mi-juillet. Le 24 juillet, le témoin ressort significativement plus élevé que les autres traitements. Les traitements avec l'électrostatique et les jets coniques (conventionnel) qui ont été faits le 19 juillet ne sont pas différents les uns des autres. Ils ont tous permis une bonne protection du feuillage, peu importe les doses de fongicides et les taux d'application.

Lors de la dernière évaluation du 6 août, le traitement D (Dithane-Bravo **pleine dose** avec pulvérisateur électrostatique à **100 L/ha**) ressort à nouveau différent du témoin.

Figure 7 : moyennes de taches sur les feuilles du haut (a) et du bas (b) des plants d'oignons (site 2, 2012)

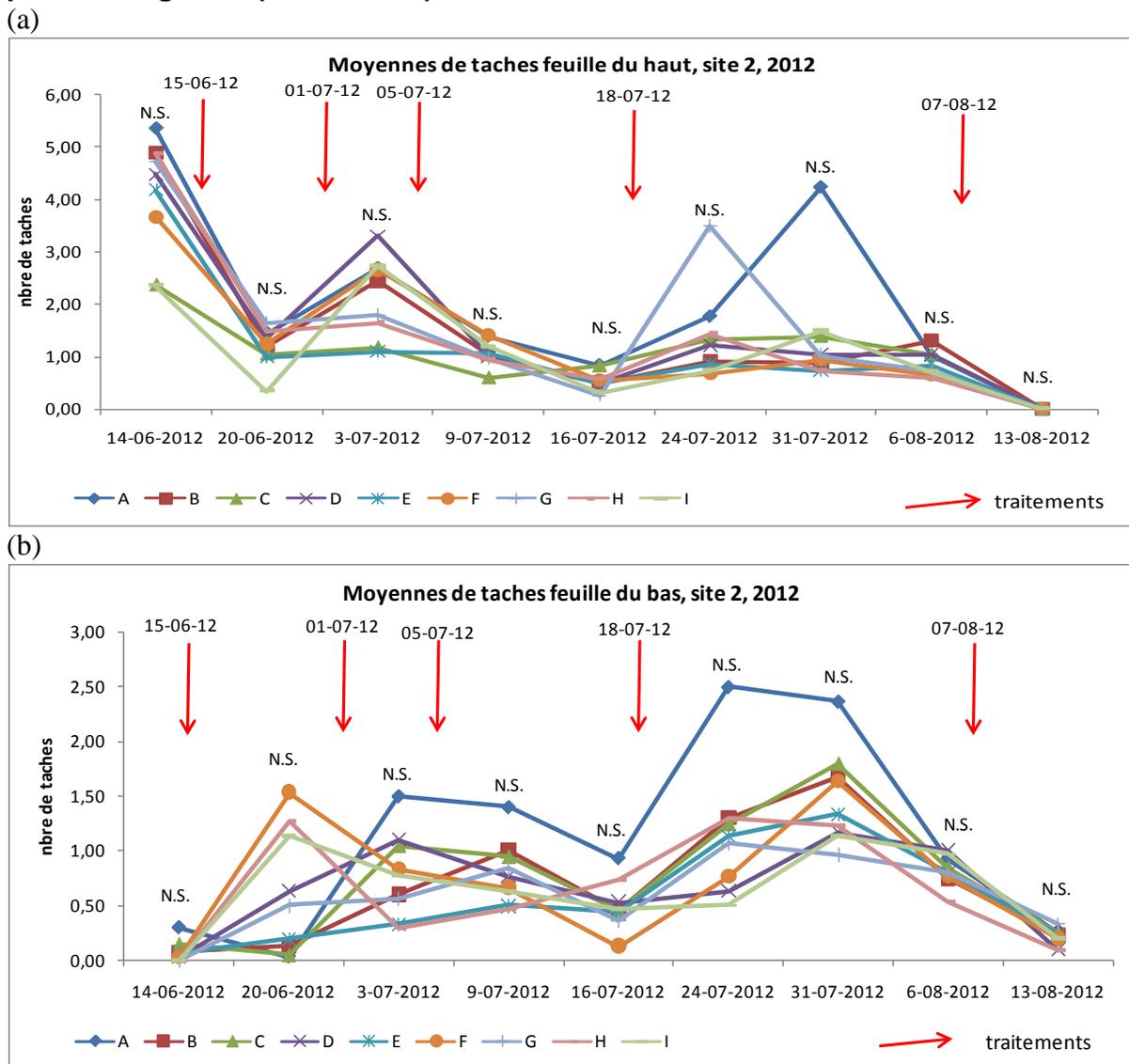
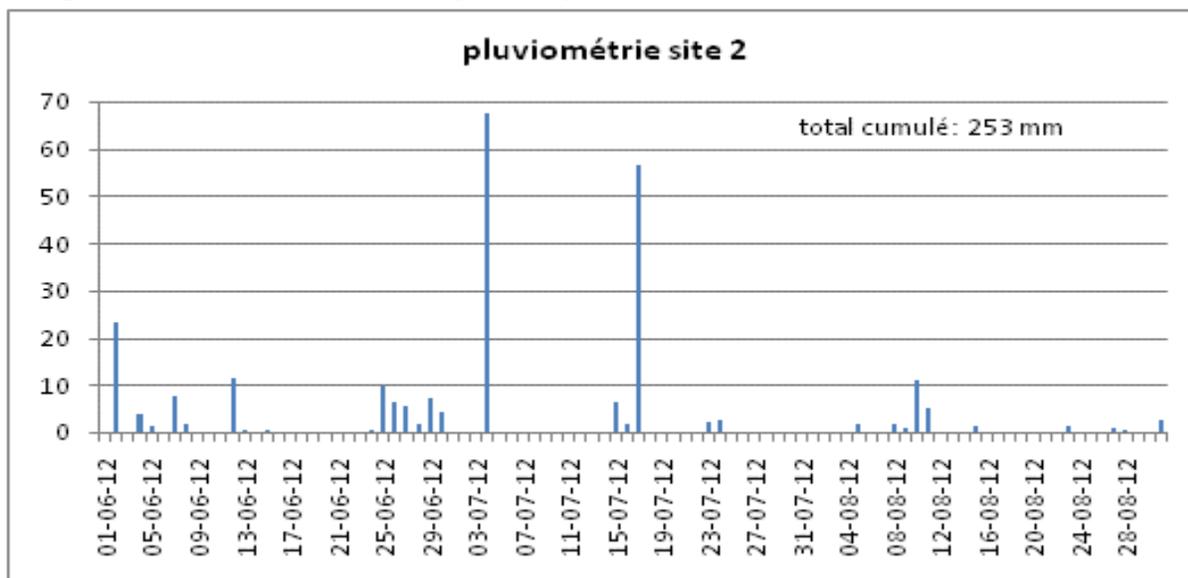


Figure 8 : Pluviométrie enregistrée pour le site 2 en 2012



Le site 2 a reçu moins de précipitations cumulées que le site 1, mais a été beaucoup plus affecté par la grêle au début du mois de juillet.



Ce site a néanmoins été conservé et les évaluations se sont poursuivies jusqu'au mois d'août.

Les précipitations de la mi-juillet ont eu tendance à faire augmenter le nombre moyen de taches sur les feuilles du haut et les feuilles du bas des plants dans le témoin non traité (évaluations du 24 et du 31 juillet). Les applications de fongicides effectuées le 5 juillet après la grêle, et le 18 juillet ont permis de maintenir un faible niveau d'infestation dans les parcelles traitées, que ce soit des traitements avec buses conventionnelles ou avec

l'électrostatique. Par la suite, le mois d'août a été plus sec et non propice à l'expansion de la maladie.

Dans ces conditions, nous n'avons pas pu constater de différences significatives entre les traitements au cours de la saison.

Évaluations rendements 2012 :

Figure 9: rendements moyens d'oignons commercialisables par traitement

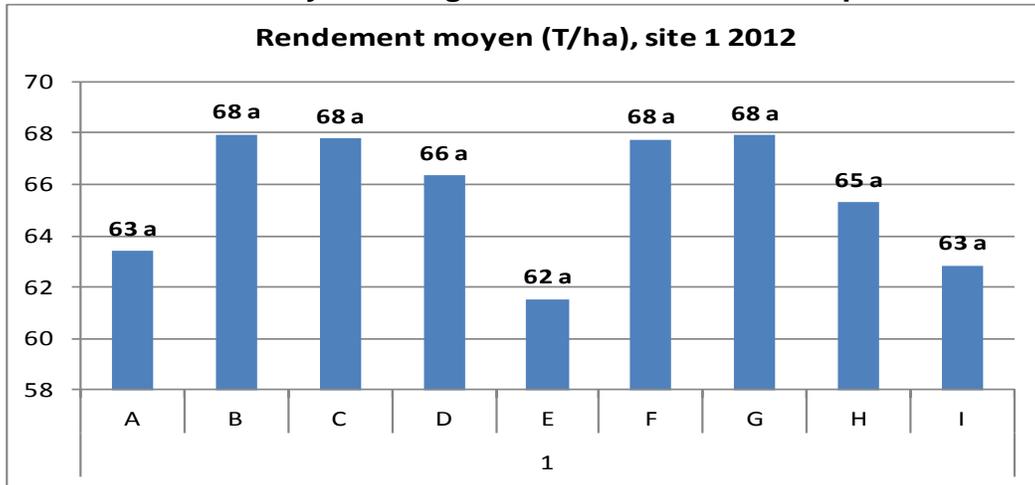
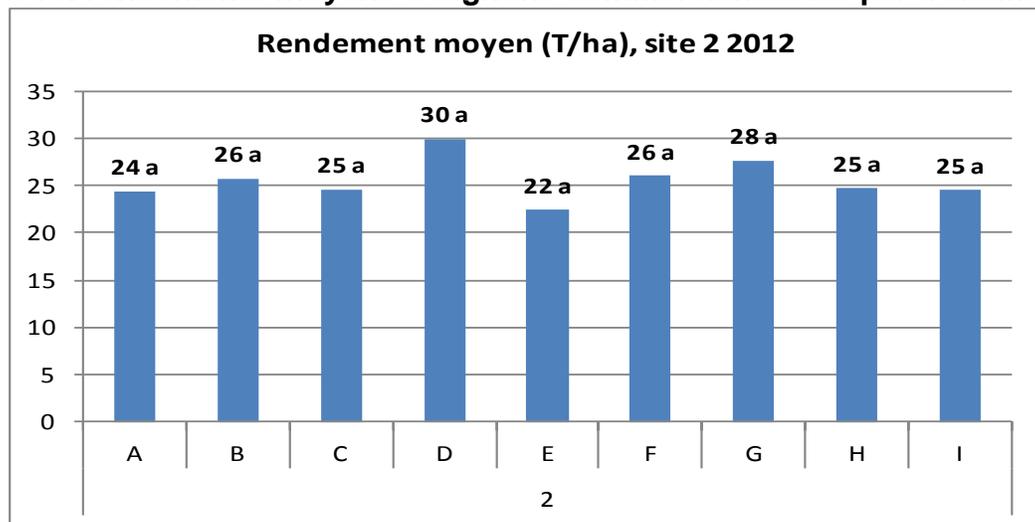


Figure 10: rendements moyens d'oignons commercialisables par traitement



Au niveau des rendements moyens commercialisables, il n'y a pas eu de différence entre les traitements. Dans le site 1, les rendements oscillent entre 63 et 68 T/ha.

Dans le site 2, les rendements sont beaucoup plus faibles, mais cela s'explique par le stress occasionné par la grêle du début du mois de juillet.

Au terme de l'analyse des données des quatre sites établis au cours des saisons 2011 et 2012, il a été difficile de différencier l'efficacité entre une application de fongicides avec un pulvérisateur conventionnel, équipé de jets coniques, et un pulvérisateur électrostatique à assistance pneumatique. À certaines dates d'évaluations, le témoin est ressorti significativement différent de certains traitements, mais cette différence n'est pas constante dans le temps. Les conditions climatiques en dents de scie, soit des périodes de fortes précipitations (notamment la grêle en 2012), mais suivies de périodes prolongées d'assèchement et de fortes températures ont fait en sorte que le botrytis ne s'est pas développé de façon importante durant ces périodes estivales.

Néanmoins, plusieurs points sont à retenir au regard de l'expérience acquise dans les conditions de ces essais :

- L'utilisation de fongicides à demi-dose a donné des résultats équivalents à la pleine dose des applications en mélange de Dithane-Bravo. En condition de faible infestation, comme nous l'avons connu, un producteur pourrait se permettre de diminuer les quantités de matière actives appliquées sur son exploitation; un gain économique et environnemental non négligeable. On peut émettre l'hypothèse qu'une bonne synchronisation des traitements avec les périodes d'infection améliorerait l'efficacité des applications tout en permettant de réduire les doses appliquées de moitié.
- Les taux d'application de 300 L/ha, 100 L/ha et 75 L/ha ont également donné des résultats de protection du feuillage comparable. Cela suggère qu'avec un pulvérisateur électrostatique ou une rampe conventionnelle, un producteur pourrait réduire la quantité d'eau utilisée lors d'un traitement, sans influencer l'efficacité des produits utilisés. Pour une même quantité de bouillie dans un réservoir de pulvérisateur, une plus grande superficie pourrait être traitée. Sur une ferme, cela entraîne moins de pertes de temps au remplissage, moins d'allers-retours entre la ferme et le champ, moins de carburant consommé par la machinerie.
- Nous n'avons pas été en mesure de mettre en évidence une différence entre une pulvérisation avec l'électricité et sans électricité (traitements D et G). L'effet de l'électrostatique pour promouvoir le dépôt des gouttelettes par le feuillage n'a pas résulté dans une efficacité phytosanitaire accrue. Cependant, nos observations visuelles au cours des nombreuses applications permettent de croire que le recouvrement du feuillage serait meilleur avec le pulvérisateur électrostatique étant donné la puissance de l'air utilisé dans les buses et la petitesse des gouttelettes. En effet, comparé à un jet conique conventionnel qui produit des gouttelettes de l'ordre de 300 microns (à une pression moyenne de 60 psi ou 4 bars), les buses électrostatiques projettent des gouttelettes d'environ 35 microns propulsées dans le feuillage avec un débit d'air de 6 cfm (pied cube minute ou 10.2 m³/h) occasionnant une turbulence et un brassage du feuillage qui permet d'atteindre toutes les parties de la feuille. Un point non négligeable lorsque le feuillage est dense.

ÉVALUATION DE DÉRIVE :

Outre l'efficacité de la pulvérisation électrostatique comparée à une application conventionnelle avec jets coniques, nous avons tenté d'évaluer la dérive occasionnée par l'utilisation de tels systèmes en condition de plein champ. Avec l'aide de l'équipe de Bernard Panneton, ing, Ph.D, (Agriculture et Agroalimentaire Canada), un protocole a été établi afin de pouvoir effectuer ces travaux, selon les standards de l'ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASAE S561.1 APR2004 (R2009)).

L'objectif était de comparer le niveau de dérive obtenu lors d'une pulvérisation avec un pulvérisateur électrostatique à assistance pneumatique et un pulvérisateur à rampe équipé de buses conventionnelles coniques, couramment utilisé en cultures maraîchères.

L'hypothèse suggérée est que la pulvérisation électrostatique ne produirait pas plus de dérive qu'un traitement conventionnel. Pour cela, trois applications ont été comparées :

T1 : Application avec un pulvérisateur électrostatique à assistance pneumatique

T2 : Application comme le T1, mais sans charge électrique afin de différencier l'effet de la charge électrostatique et l'assistance pneumatique.

T3 : Application avec une rampe conventionnelle équipée de jets coniques et un taux d'application représentant un standard pour la production horticole.

Matériel et Méthodes

Un total de 5 essais a pu être effectué au cours de la saison 2012, couvrant des vitesses de vent variant entre 1.5 et 5 m/s. Les essais se sont échelonnés entre la période du 25 juillet et du 27 septembre 2012.

Les essais se sont déroulés en partie selon le protocole. Des différences sont observées, notamment à la concentration de colorant dans les cuves. Chaque colorant a une capacité colorante différente et une plage de concentrations idéales lors des analyses. Considérant la superposition des différents arrosages sur le même échantillon, la concentration de colorant dans chaque cuve est essentielle à un dosage adéquat permettant une lecture d'absorbance acceptable et à la discrimination de chacune des trois couleurs. Une grande variance est aussi observée entre les essais pour la concentration d'un même colorant.

Site expérimental

Le site expérimental a été choisi chez un producteur d'oignons en Montérégie Ouest. Le site permettait de respecter les distances prescrites dans le dispositif expérimental et l'installation permanente des équipements météo.



Équipement de pulvérisation

Le débit à la buse des deux pulvérisateurs a été mesuré et noté en début de saison. Pour le pulvérisateur à rampe, nous avons utilisé des buses à jet conique (pastille et divergent) D2-13. Le débit moyen à la buse de 0.41 L/min par buse, pour un total de 2 buses. La vitesse d'avancement était d'environ 2.46 km/h, sur 50 m de longueur, et une passe était effectuée pour un total de 400 L/ha.

Le pulvérisateur électrostatique avait un débit moyen par buse de 0.18 L/min pour un total de 2 buses. La vitesse d'avancement était d'environ 2.16 km/h, sur 50 m de longueur, et deux passes étaient effectuées pour un total de 400 L/ha.

Plan d'expérience et plan de champ

Les traitements étaient :

- T1 : pulvérisateur électrostatique à 400 L/ha – colorant jaune à 34.6 g/L en moyenne pour les 5 essais (35 g/L nominal);
- T2 : pulvérisateur électrostatique sans charge électrique à 400 L/ha – colorant rouge à 17.1 g/L en moyenne pour les 5 essais (30 g/L nominal);
- T3 : pulvérisateur à rampe conventionnelle à 400 L/ha – colorant bleu à 3.3 g/L en moyenne pour les 5 essais (15 g/L nominal);

Les traitements ont été répétés 5 fois dans le temps, pour différentes conditions météo. Le plan de champ est présenté en annexe B.

Bouillie avec traceurs

La bouillie utilisée était un mélange d'eau et de colorant alimentaire. Trois colorants ont été utilisés, un pour chaque traitement, pour permettre la discrimination de la quantité de dérivés

en fonction du type d'application. Les quantités de colorants ont été inférieures aux quantités établies en début de saison. De plus, la concentration en colorant était très variable d'un essai à l'autre. Un échantillon de réservoir pour chaque jour d'application a été rapporté en laboratoire. Ce dosage permet de fixer le contrôle pour chaque jour d'échantillonnage. Cependant, il est à noter que la quantité de colorant, surtout le bleu utilisé pour le traitement 3, est nettement sous les quantités prescrites dans le protocole et ne permet donc pas des lectures de spectroscopie à l'intérieur de la plage de lectures fiables de la courbe de calibration. Les plages de concentrations idéales sont :

Jaune:

plage 1600-80000 ug/L = 100% de prédiction des valeurs

plage 800-100000 ug/L - erreur de moins de 5% sur la prédiction des valeurs

Rouge:

plage 1200-40000 ug/L = >98% de prédictions des valeurs

plage 800 - 1200 ug/L = erreur de moins de 10% sur la prédiction des valeurs

Bleu:

plage 800-20000 ug/L = >98%

plage 480-20000 ug/L = erreur de moins de 5% sur la prédiction des valeurs

Échantillonnage

L'échantillonnage s'est fait sur des plaques rondes d'acier galvanisé de 85.2 mm de diamètre. Les plaques ont été déposées directement sur le sol selon le plan expérimental avant les arrosages. Après l'application des 3 traitements et un temps de séchage, les plaques ont été ramassées et placées dans des pétris pré identifiés.



Analyse des échantillons

L'analyse des échantillons en laboratoire s'est faite selon le protocole. Le taux de récupération pouvait être reporté en termes de quantité de bouillie récupérée par cm², divisé par le taux d'application (L/ha). Cette opération permet la comparaison directe des traitements

entre eux puisqu'on exprime la quantité récupérée comme une fraction du taux d'application. Les résultats de l'analyse des échantillons sont présentés ci-dessous.

Les données rapportées étaient en μL de bouillie par cm^2 de terrain. On ramène cette valeur en L/ha en multipliant par 100 (e.g. $1.88 \mu\text{g/L} \times 100 = 188 \text{ L/ha}$). On ramène en fraction du taux d'application en divisant par le taux d'application réel.

RÉSULTATS

Mesure de la dérive

Les seuils de détection sont de 800, 800 et 480 $\mu\text{g/L}$ pour les colorants jaune, rouge et bleu respectivement. Toutes les valeurs de moins de 800 $\mu\text{g/L}$ pour le jaune et le rouge, et de moins de 480 $\mu\text{g/L}$ pour le bleu, ne sont pas différentes de l'erreur. En contrepartie, les quantités de colorant sous le tracteur (ligne de pulvérisation) sont suffisantes. Par calcul, ces valeurs devraient se rapprocher du taux d'application réel, mais elles n'en représentent qu'un faible pourcentage et avec une grande variabilité. L'intégration des échantillons sur toute la surface ne permet pas non plus d'obtenir des données valables, en partie dû à la faible quantité de colorant appliquée. La conclusion est que les échantillons recueillis au cours de la saison 2012 ne permettent pas de comparer les deux types de pulvérisation puisque la concentration de traceur était mal contrôlée lors des expériences sur le terrain.

Ce tableau présente les moyennes des taux d'applications après analyse des 7 plaquettes situées sous la ligne de pulvérisation :

	Taux d'applications réels calculés (L/ha)		
	T1	T2	T3
Essai 1	145,59	129,24	166,56
Essai 2	77,16	111,44	90,63
Essai 3	61,53	72,17	161,34
Essai 4	90,68	338,54	178,89
Essai 5	93,34	64,23	90,37

Le taux d'application visé était de 400 L/ha . Or, aucune des analyses ne reflète un tel taux. Tous les paramètres de réglages des rampes ont été systématiquement vérifiés avant chaque application. Nous pensons que les faibles concentrations de colorants observées d'après les analyses viennent du fait que les bouillies n'étaient pas assez bien mélangées. Malheureusement, ces données n'ont pu être traitées statistiquement.

Les graphiques suivants présentent les quantités de bouillie dérivées par rapport à la ligne de pulvérisation à différentes distances pour chacun des essais. L'essai 4 n'est pas présenté dans ce rapport; il contenait trop de variabilité et n'était pas pertinent.

Pour chaque distance, la valeur correspond à la moyenne des trois plaquettes des trois lignes perpendiculaires à la ligne de pulvérisation (référence au plan du site en annexe B).

Figure 11 : essai 1, quantités moyennes de bouillies dérivées (L/ha)

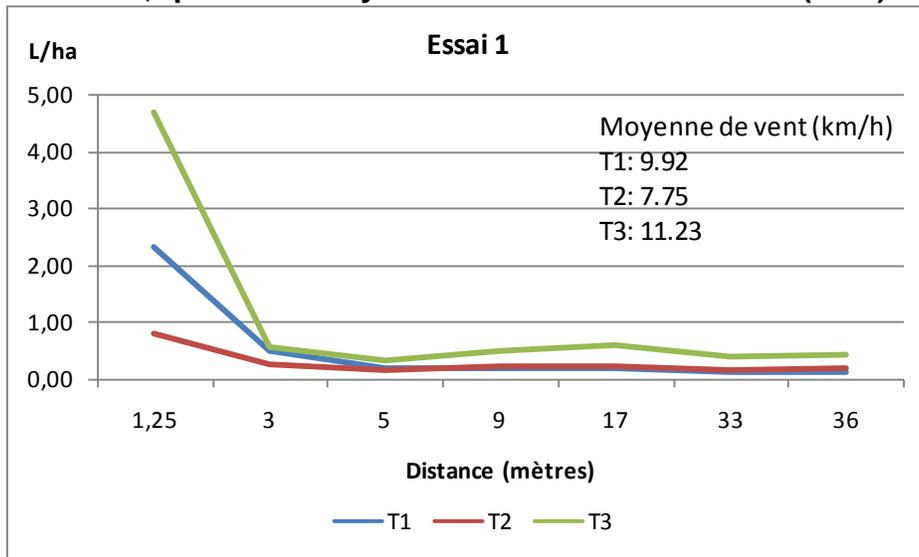


Figure 12 : essai 2, quantités moyennes de bouillies dérivées (L/ha)

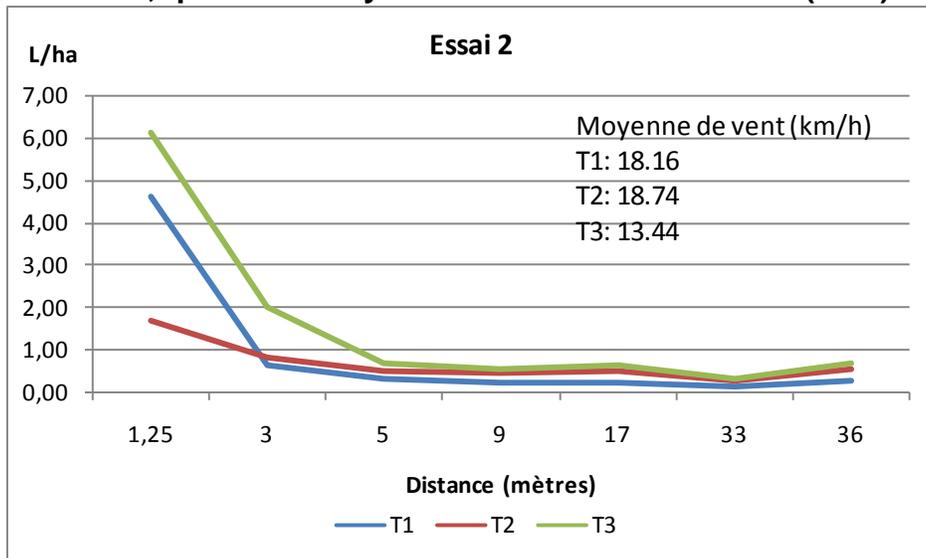


Figure 13 : essai 3, quantités moyennes de bouillies dérivées (L/ha)

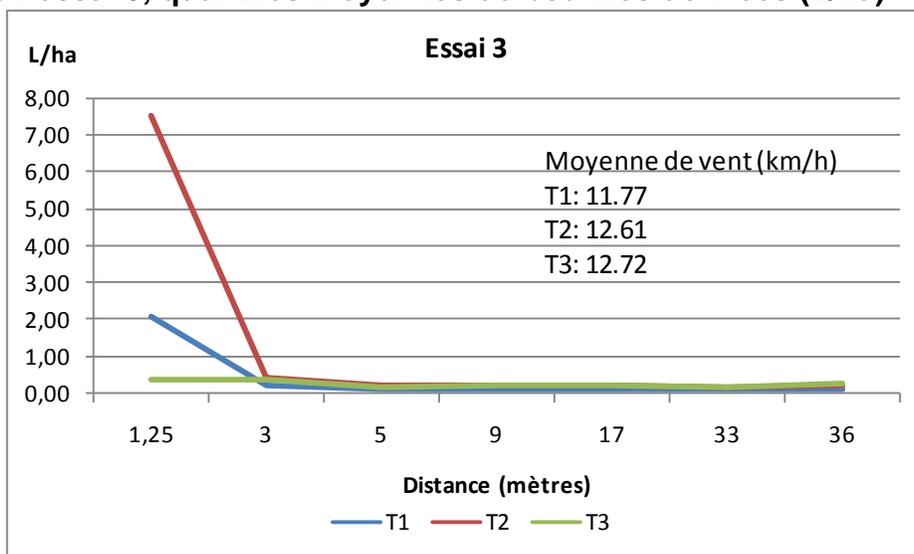
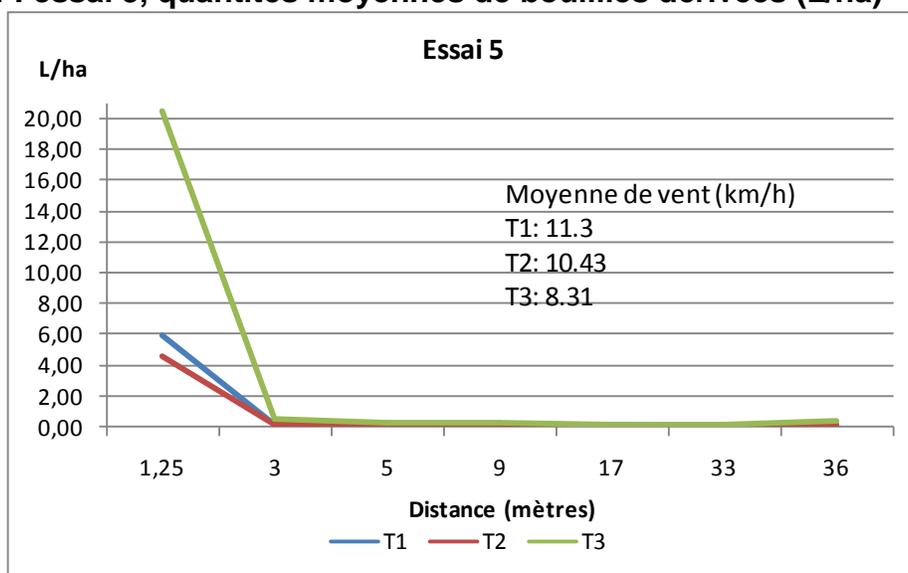


Figure 14 : essai 5, quantités moyennes de bouillies dérivées (L/ha)



D'après ces graphiques, on peut remarquer que la majorité de la quantité de bouillie dérivée se retrouve généralement dans les 3 premiers mètres suivant le sens du vent. Au-delà de cette distance, la quantité dérivée semble être inférieure à 1 L/ha pour l'ensemble des traitements.

Le traitement 3 (rampe conventionnelle) observe, dans la majorité des cas, une quantité dérivée plus importante que le T1 et T2 (électrostatique avec et sans électricité), excepté pour l'essai 3. Ces constatations sont cependant émises sous toute réserve puisqu'il a été impossible de confirmer les taux d'application de bouillie comme le montre le tableau plus haut.

Ayant pu appréhender pour une première fois la technicalité de ce type d'essai, et ayant un aperçu des résultats que l'on peut obtenir, il serait pertinent de reproduire de tels tests dans le

futur afin de dresser un portrait des potentiels de dérive des différents équipements disponibles sur le marché.

CONCLUSION :

Durant les deux années du projet, quatre sites ont été mis en place afin d'évaluer le potentiel de la pulvérisation électrostatique à assistance pneumatique contre le *Botrytis squamosa* dans la culture de l'oignon en sol organique. Cet équipement a été comparé à une rampe conventionnelle équipée de jets coniques. D'après les résultats obtenus et selon les conditions climatiques qui ont prévalu durant ces deux années, nous n'avons pas remarqué de différences entre les deux équipements à l'essai. En condition de faible infestation de botrytis dans l'oignon, la pulvérisation électrostatique a permis de protéger la culture aussi efficacement que la pulvérisation conventionnelle.

Il est à noter que l'efficacité des traitements était maintenue en réduisant le volume de bouillie de 300 à 100 L/ha avec des buses conventionnelles et à 75 ou 100 L/ha avec les buses électrostatiques, que l'on applique la charge électrique ou pas à 100 L/ha. De plus, les traitements à demi-dose ont été aussi efficaces à 300 L/ha pour les buses conventionnelles et à 75 ou 100 L/ha avec les buses électrostatiques. Nos essais montrent donc que pour le contrôle du Botrytis en conditions de relativement faible pression, il est possible d'obtenir un bon contrôle en diminuant le volume de bouillie et/ou la dose de pesticides, que ce soit avec une pulvérisation conventionnelle ou avec un système électrostatique à assistance pneumatique. Dans la plage des paramètres explorés, et sous les conditions d'essais de 2011 et 2012, la pulvérisation électrostatique avec assistance pneumatique ne semble pas présenter d'avantages par rapport à une pulvérisation conventionnelle avec des jets coniques.

Cependant, nous n'avons pas encore réussi à déterminer de façon précise si la pulvérisation électrostatique permettrait de réduire les phénomènes de dérive. D'autres travaux doivent être réalisés en ce sens dans le futur.

Aujourd'hui, le matériel électrostatique est beaucoup plus utilisé en serre et sous tunnels où la dérive est beaucoup moins problématique. On peut néanmoins retrouver des pulvérisateurs de ce type dans les vignes et productions de framboises au Québec. Ce matériel tend à se développer pour répondre aux différentes exigences et contraintes des producteurs.

De par l'expérience acquise et les incertitudes qui subsistent, des essais supplémentaires permettraient d'évaluer le plein potentiel de l'électrostatique dans d'autres cultures maraîchères contre d'autres ravageurs en situation commerciale.

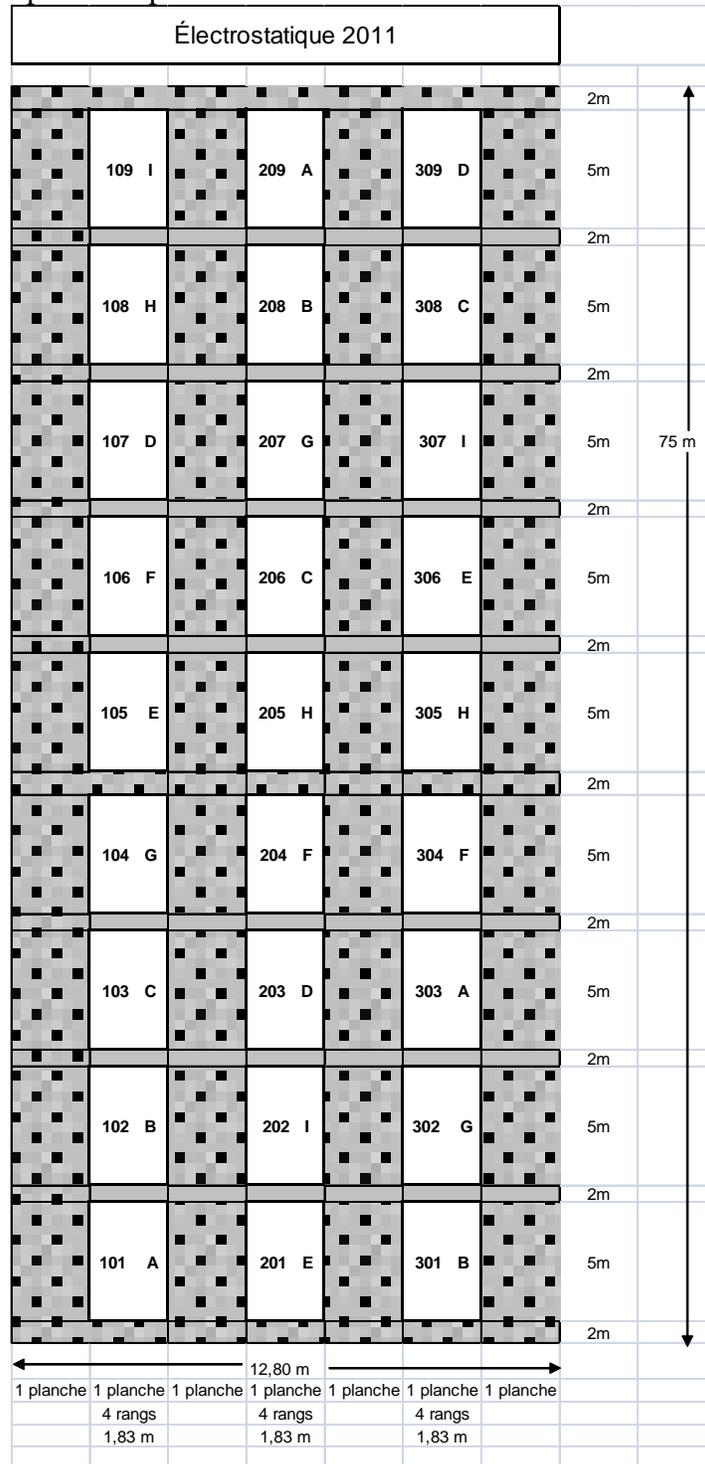
POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Carl Veilleux
BSL Technologies inc.
(514) 355-9990
(514) 718-4552 (mobile)
carl.veilleux@spraymicrons.com

Franck Bosquain, dta,
Compagnie de recherche Phytodata inc.
111 St Patrice
Sherrington
J0L 2N0
450 454-3992 postes 24
fbosquain@prisme.ca

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière de Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, dans le cadre du programme Prime Vert-sous-volet 11.1-Appui à la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture.

ANNEXE A : Exemple de dispositif



ANNEXE B : plan de champ pour l'évaluation de dérive

