

**RÉDUCTION DE LA POURRITURE APICALE
DANS LA PRODUCTION DE POIVRON RAMIRO
POUR FAVORISER LA DIVERSIFICATION DE CETTE PRODUCTION
AU MARCHÉ DE PROXIMITÉ.**



Rapport final

Présenté par le Syndicat des producteurs en serres du Québec

Projet PSIH10-1-432

Le 31 janvier 2012

En partenariat avec

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec** 


CIDES
CENTRE D'INFORMATION
ET DE DÉVELOPPEMENT EXPÉRIMENTAL
EN SERRICULTURE

Table des matières

Générique et remerciements	3
Résumé	4
1. Introduction	5
1.1 Objectif général	6
1.2 Objectifs spécifiques.....	6
2. Matériel et méthodes	7
2.1 Matériel végétal et calendrier de culture.....	7
2.2- Site expérimental et conduite climatique	7
2.3 Description des traitements et conduite de la culture	7
2.3.2 Traitements des stratégies d'irrigation.....	8
2.3.2.1 Irrigation standard.....	8
2.3.2.2 Irrigation avec Baisse CE	8
2.3.3 Traitement de charge en fruits.....	8
2.4. Prises de données.....	9
2.5 Dispositif expérimental et analyses statistiques	9
3. Résultats.....	12
3.1 Rendements et pourriture apicale à la récolte.....	12
3.2 Pourriture apicale au stade jeune fruit.....	15
3.3 Effet globale des températures nocturnes élevées sur le développement de la pourriture apicale	17
4. Discussion	21
5. Conclusion	23
6. Bibliographie	24
Annexe Tableaux complets avec les résultats des analyses statistiques.....	25

Générique et remerciements

Auteurs du rapport

Jacques Thériault, agr. M.Sc. Club Savoir Serre

Joseph Dieuconserve, agr. M.Sc. CIDES

Gilles Cadotte, agr. CIDES

Équipe de réalisation

Centre d'Information et de Développement Expérimental en Serriculture (CIDES)

Pierre-Louis Bernatchez, DTA

Gilles Cadotte, agr.

Joseph Dieuconserve, agr. M.Sc.

Guillaume Proulx-Gobeil, ing. jr.

Jacques Thériault, agr. M.Sc.

Alain-Claude Thibeau, technicien

Requérant

Syndicat des producteurs en serres du Québec (SPSQ)

Louis Dionne

Remerciements

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, dans le cadre du programme de soutien à l'innovation horticole

Résumé

Le rendement du poivron conique Ramiro peut se comparer avantageusement au poivron de type carré. Cependant, le poivron conique Ramiro est très sensible à la pourriture apicale, avec des pertes moyennes annuelles de près de 30 %. Ce désordre constitue un élément majeur de rejet pour ce type de culture. L'objectif du projet visait à évaluer trois méthodes, simples et/ou en combinaison, pour réduire l'incidence de la pourriture apicale en période de canicule chez le poivron conique Ramiro.

Pour le traitement de gestion de la charge en fruits, la charge forte et la charge faible ont été établies comme suit : 1- La charge forte et la charge faible était respectivement de 1 fruit par nœud vs 1 fruit par semaine en début de saison, 2 fruits/3 nœuds vs 1fruit/2 nœuds durant la période estivale et 2 fruits/3 nœuds plus des fruits sur les gourmands vs 2 fruits/3 nœuds à partir de la mi-août. Pour le traitement de pulvérisation, dès que les températures de nuit excédaient 22°C, la moitié des parcelles a été pulvérisée sur les fruits en croissance deux fois par semaine avec une solution contenant 5 g/l du chlorure de calcium (CaCl_2) et 2g/l de chélate de manganèse (Mn 13% - EDTA). Pour les stratégies d'irrigation, une stratégie disposait d'une lecture en continu de la CE au lessivage pour effectuer un ajustement juste à temps de la conductivité électrique (CE) au goutteur alors que pour l'autre stratégie, la CE au lessivage était mesurée quotidiennement pour déterminer le taux de lessivage à appliquer les jours suivants. Le cultivar utilisé a été le Ramiro rouge de De Ruiter's seeds.

Pour l'ensemble de la saison de culture, le rendement a été significativement plus élevé de 12 % chez le traitement avec la charge forte (F) (tableau 1). Cependant, aucun traitement principal n'a démontré sa capacité de réduire la pourriture apicale à la récolte. Chez les jeunes fruits, la pulvérisation au calcium et au manganèse a réduit significativement l'incidence de la pourriture apicale avant la canicule. Sur toute la saison de production, les traitements combinés démontrent des différences statistiques significatives qui sont de peu d'intérêt sur une base commerciale; le contrôle de la pourriture apicale entre en compétition avec les rendements vendables totaux. Ainsi, la stratégie avec la charge forte et la gestion juste à temps de la salinité est la plus avantageuse. Néanmoins, la gravité des symptômes variait visiblement entre les traitements, mais ce paramètre ne faisait pas partie du plan de mesurage. Ainsi, un indicateur de gravité aurait permis de mieux distinguer les stratégies qui démontrent un potentiel.

La difficulté à démontrer des différences entre les traitements simples ou combinés dans le contrôle de la pourriture apicale s'explique par les températures de nuits $\geq 22^\circ\text{C}$ qui expliquent 78 % de la pourriture apicale chez les jeunes fruits et 86 % à la récolte. De plus, cette sensibilité est présente pratiquement sur toute la durée de croissance des fruits, ce qui rend pratiquement impossible la rentabilité de cette production en période de forte canicule. L'été 2011 a été particulièrement chaud avec des températures de nuits $\geq 22^\circ\text{C}$ à 37 reprises en moins de 2 mois. Ces températures excessives ont probablement masqué l'effet des traitements et impliquent aussi que cette culture ne peut être avantageusement produite que dans les régions avec un climat plus frais ou maritime.

1. Introduction

Au Québec, la culture en serre du poivron a pris son essor en 2005 sur plusieurs petites et moyennes entreprises pour la vente et la distribution sur le marché de proximité. La qualité reconnue de ce produit local dans un cadre de diversification a permis l'accroissement régulier des superficies et la fidélisation des consommateurs. Ces entreprises travaillent maintenant à offrir des cultivars offrant les meilleures qualités gustatives reconnues tels les poivrons de type Ramiro (conique allongé) avec un degré Brix de 8 et plus, comparé à 4,5 à 6,0 pour le poivron standard. Les essais menés au CIDES en 2010 ont démontré que le rendement du poivron Ramiro se comparait avantageusement au poivron carré. Cependant, la pourriture apicale a affecté 33 % des fruits du Ramiro alors qu'elle était presque absente chez le poivron carré, tendance confirmée dans les entreprises. Le succès de cette production repose donc sur une bonne maîtrise de ce désordre physiologique.

Il est connu que dans la culture du poivron, les conditions de stress hydrique (Klaring 1998), le taux de croissance rapide des jeunes fruits (Marcelis et Ho 1999, R'Him et Jebari) et la présence de sodium dans l'eau d'arrosage (Sonneveld et Van der Burg, 1991) accroissent le taux de la pourriture apicale (PA). Les cultivars démontrent aussi des différences de susceptibilité (R'him et Jebari). La tendance végétative du poivron Ramiro crée régulièrement un déséquilibre du ratio feuilles/fruits et serait donc un facteur favorisant le développement de la PA. Chez le poivron (Aktas 2005) et la tomate (Saure, 2001), les conditions de stress amènent la fabrication de radicaux libres chez les jeunes fruits en croissance et pourraient amener une oxydation des tissus et développer des symptômes de PA. Le zinc, le manganèse et le calcium inhiberaient la formation de ces radicaux. Aktas (2005) indique que des essais de pulvérisation au sulfate de manganèse en champ offrent des résultats prometteurs.

La pourriture apicale (PA) dans la tomate de serre au Québec est généralement bien maîtrisée par une meilleure connaissance des stratégies de fertilisation et d'arrosage, de gestion de la charge en fruits et de la gestion des humidités trop basses. Dans les années 90, la pulvérisation des fruits au chlorure de calcium réduisait le niveau de PA mais à des niveaux encore trop élevés. Chez le poivron de serre, la pourriture apicale demeure toujours un enjeu chez les cultivars coniques, car les fruits chauds du poivron accélèrent très fortement leur croissance et développent rapidement ce désordre. En Ontario, outre les stratégies de bonne gestion générale tel que stipulé dans la tomate, les producteurs utilisent des produits d'ombrage sur les structures pour contrer la chaleur excessive des fruits. Malheureusement, malgré ces précautions, certains cultivars de poivron coniques ont montré des pertes de plus de 50 % lors de l'été chaud et ensoleillé de 2005 (Rijk Wan, 2005). Les solutions actuelles sont donc limitées quant aux résultats escomptés. Au Mexique, l'utilisation de solutions concentrées de chlorure de calcium lors des dernières irrigations de fin de journée limite grandement les problèmes de pourriture apicale chez le poivron Ramiro (Turcotte, communication personnelle 2010). La susceptibilité du poivron Ramiro à la pourriture apicale est plus grande que le poivron carré (Turcotte, communication personnelle 2010). De plus, sa mise en culture dans un contexte de diversification rend certaines stratégies tel l'ombrage des serres ou des solutions concentrées en calcium trop

désavantageuses pour les autres cultures. Ainsi, le contexte de diversification demande une stratégie qui doit se limiter à la superficie de la culture du Ramiro et nécessite donc des stratégies plus chirurgicales.

1.1 Objectif général

Comparer différentes stratégies, simples ou en combinaison, afin de réduire l'incidence de la pourriture apicale chez le poivron Ramiro.

1.2 Objectifs spécifiques

De façon spécifique, ce projet visait à :

- 1- Évaluer l'impact de la charge en fruits sur l'incidence de la pourriture apicale
- 2- Évaluer la capacité des pulvérisations foliaires à combler les besoins du fruit en calcium et/ou en manganèse en condition régulière et lors de canicules pour le contrôle de la pourriture apicale.
- 3- Évaluer l'effet de deux stratégies d'irrigation en condition régulière et lors de canicule sur l'incidence de la pourriture apicale.
- 4- Comparer l'efficacité de ces techniques, simples ou en combinaison, sur le développement de la pourriture apicale.

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel végétal et calendrier de culture

Des poivrons de type Ramiro rouge conique (De Ruiter'seeds) ont été semés en Kiem Plug le 23 décembre 2010 et repiqués 14 jours plus tard dans des cubes de laine de roche chez les Serres Lefort inc. à Ste-Clotilde. Ces plants ont été reçus dans les serres du CIDES le 15 février 2010 et leur plantation dans les sacs de Coco Jiffy Growbag HC a été faite le 25 février 2011 à raison de 5 plants par sac sur une densité moyenne de plantation de 2,78 plants/m². La culture a été taillée et tuteurée une semaine sur deux. Les plantes ont été étêtées le 5 septembre et la récolte a s'est terminé le 10 novembre 2011.

2.2- Site expérimental et conduite climatique

Le projet s'est déroulé à la serre expérimentale K1 du CIDES à Saint-Hyacinthe. Cette serre de superficie de 223 m² est recouverte d'une paroi en double polyéthylène et chauffée au gaz naturel à l'aide des tubes en plastique placés le long des rangs; son aération est assurée par le toit ouvrant sur le versant ouest. Les conditions de culture utilisées ont été réalisées selon les méthodes standards de culture gérées à partir du contrôleur climatique Damatex. La gestion du climat a été faite en fonction du stade de culture et de la luminosité disponible.

Le toit a été blanchi à la mi-juin avec du Kool-Ray sur le coté méridional de la serre à un taux d'environ 30% de réduction de lumière. Sur le coté nord-est du toit, l'ombrageant n'a été appliqué que de façon partielle. L'ombrageant a été enlevé au début d'août.

En général, la température de la serre a été maintenue entre 16 et 23°C avec des pointes de température à 32°C lors des périodes caniculaires. L'humidité de l'air de la serre a fluctué entre 45 et 80 % selon la période de l'année.

2.3 Description des traitements et conduite de la culture

Trois types de traitement ont été appliqués : 1- pulvérisation d'une solution contenant du calcium et du manganèse ou sans pulvérisation, 2- deux traitements d'irrigation, soit avec une CE (conductivité électrique) constante à l'apport (irrigation standard), soit avec une CE réduite à l'apport lorsque la CE au lessivage excédait l'objectif de gestion (baisse de CE = BCE), et 3- deux traitements de taille des fruits ont été utilisés dont l'un avec une taille limitant la charge en fruits (FS) et un favorisant la charge en fruits (FN).

À titre d'observation, un petit essai visant à comparer du poivron Ramiro greffé et à du Ramiro non greffé, était placé au milieu du dispositif expérimental dans les parcelles de garde. Ces deux types (greffé ou non) étaient sur deux rangs différents et étaient localisés au centre de la serre qui servait de zone tampon afin d'établir un comparatif de rendement et d'incidence de pourriture apicale (Figure 1).

2.3.1 Traitements de pulvérisation

En période de canicule, la moitié des parcelles a été pulvérisée deux fois par semaine avec une solution contenant 5g/l du chlorure de calcium (CaCl₂) et 2g/l de chélate de manganèse

(Mn 13 % - EDTA). La pulvérisation a été faite directement sur les fruits en pleine croissance. L'autre moitié n'a subi aucune pulvérisation afin de servir de témoin.

2.3.2 Traitements des stratégies d'irrigation

Deux traitements d'irrigation ont été utilisés : irrigation standard, habituellement utilisée par les producteurs du Québec et l'irrigation avec régie pour abaisser la CE au lessivage.

2.3.2.1 Irrigation standard

Les irrigations ont été gérées à l'aide de tensiomètre et des plages horaires intégrées au système de contrôle Damatex. Trois plages horaires différentes selon le niveau d'ensoleillement ont été utilisées afin de programmer la quantité d'eau donnée en fonction de la luminosité. Le programme d'irrigation a été vérifié quotidiennement en mesurant le volume et la CE au lessivage. Les volumes totaux d'eau d'irrigation et la CE ont donc été ajustés en fonction de la CE au lessivage pris quotidiennement et du taux de lessivage. L'objectif moyen pour le taux de lessivage a été de l'ordre de 30%.

2.3.2.2 Irrigation avec Baisse CE

Les irrigations ont été faites comme au traitement standard. Cependant, une gestion interactive de la CE au goutteur a été maintenue en période de lessivage lors de fort ensoleillement. Lorsque la CE au lessivage a dépassé 2,7 mS/cm, la CE au goutteur a été réduite de près de 50 % en créant une conduite de contournement (By-pass) sur la ligne d'approvisionnement en eau afin d'éviter les proportionneurs (Dosatron) d'engrais. Ainsi lorsque la valve s'ouvrait pour la conduite de contournement, seulement environ 50% de l'eau d'irrigation recevait des engrais. Cette valve de contournement pouvait s'activer uniquement lors de moyens à forts ensoleillements durant la période de lessivage.

2.3.3 Traitement de charge en fruits

Les traitements de charge en fruits ont subi des modifications en cours de l'essai. Initialement, un traitement visait un fruit par nœud (FN) et l'autre, ne jamais avoir deux fruits au même stade; ce qui devait se manifester en général par l'ajout d'un fruit par semaine (traitement FS) avec des nœuds sans fruit lors des poussées végétatives. Cependant, avec un début des récoltes le 19 mai, ces traitements se sont avérés trop laborieux pour la culture et ont généré un taux d'avortement qui compensait pour les variations de charge en fruits désirés. Le traitement FN a donc été modifié par le maintien de 2 fruit à tous les 3 nœuds et le traitement FS, à 1 fruit à tous les deux nœuds. Cependant, à partir du 16 août, nous avons observé qu'en pleine canicule, aucun de ces traitements n'avait d'effets significatifs sur l'incidence de la pourriture apicale. Nous avons remodifié les traitements de charge où les fruits ont été conservés à 2 fruits sur trois nœuds pour les deux traitements, mais chez le traitement FN, nous avons de plus conservé tous les fruits issus des gourmands. Par conséquent, les traitements FN ont toujours reflété la charge forte alors que les traitements FS ont toujours reflété la charge faible.

2.4. Prises de données

La pourriture apicale chez les jeunes fruits (moins de 10 cm) a été mesurée une fois par semaine à partir du 21 avril sur 4 plantes de chaque unité expérimentale. Ceci se limitait à déterminer si les fruits étaient ou non affectés par la pourriture apicale.

Pour chacune des unités expérimentales, les récoltes ont été effectuées une fois par semaine; le poids et le nombre de fruits vendables (fruits No1), de fruits non vendables et de fruits atteints de la pourriture apicale ont été évalués à chaque récolte.

Les données climatiques (température de jour, de nuit, 24 h, humidité relative, luminosité) ont été répertoriées chaque jour.

2.5 Dispositif expérimental et analyses statistiques

Le dispositif expérimental utilisé comprenait 2 blocs de 8 traitements répartis dans un dispositif en tiroir pour un total de 16 unités expérimentales. Les traitements de pulvérisation foliaire (pulvérisation ou non) ont été placés en parcelle principale, les traitements d'irrigation en sous-parcelles et les charges en fruits en sous-sous-parcelles. Au milieu de ce dispositif dans la zone tampon, deux rangées ont été cultivées avec du Ramiro greffé et les deux autres avec du Ramiro non greffé. Chaque unité expérimentale avait une superficie moyenne de 7,202 m². Des deux côtés de l'intérieur de la serre (est et ouest), il y avait un rang de garde de 11 sacs chacun; de même à l'extrémité de chaque rangée, il y avait un sac de coco avec 5 plantes afin d'éviter les effets de bordure (Figure 1).

Les données de rendements et de pourriture apicale ont été traitées pour 4 périodes :

- 1- du 19 mai au 14 juillet, soit du début des récoltes à deux semaines suivant le début de la canicule;
- 2- du 15 juillet au 18 août, période de canicule à forte luminosité;
- 3- du 18 août au 28 septembre, soit de la période de canicule à faible luminosité jusqu'à 2 semaines après la fin de la canicule;
- 4- du 28 septembre à la fin, où la canicule a été absente.

Les rendements et la pourriture apicale ont aussi été comparés pour toute la période de production. La canicule a été définie comme la période où au moins 3 nuits avec des températures moyennes supérieures à 22°C ont été observées.

L'incidence de pourriture apicale (en pourcentage) à la récolte a été analysée sur une base de poids pour les tests statistiques. La moyenne des variables mesurées a été comparée entre elles à l'aide du test de comparaison des moyennes des moindres carrés (lsmeans) : ce qui signifie un Least Significant Difference (LSD) avec protection de Fisher « Protected Fisher LSD multiple comparaison procédure ».

Afin d'établir la corrélation entre les températures de nuit supérieures à 22°C et l'incidence de la pourriture apicale, des droites de régression ont été testées entre les températures de nuit égale ou plus chaudes que 22°C et l'incidence de la pourriture apicale au stade jeune fruit de 10cm (nombre de fruit/4 plants) et à la récolte (% de fruits affectés). L'analyse de l'effet des températures de nuit supérieures à 22°C a été calculée sur une base

hebdomadaire en calculant, pour la période précédant la prise de données, le nombre de nuits où la température moyenne, du coucher au lever du soleil, était égale ou supérieure à 22°C. La corrélation a, en premier lieu, cherché à déterminer l'intervalle entre le développement des symptômes et les températures moyennes de nuit supérieures à 22°C en décalant sur plusieurs semaines les données de températures et l'incidence de la pourriture apicale. La durée de sensibilité des fruits a été déterminée en cumulant le nombre de nuits avec une température moyenne supérieure à 22°C sur plusieurs semaines en fonction de l'incidence de la pourriture apicale.

Figure 1. Croquis du dispositif expérimental dans la serre K1 du CIDES

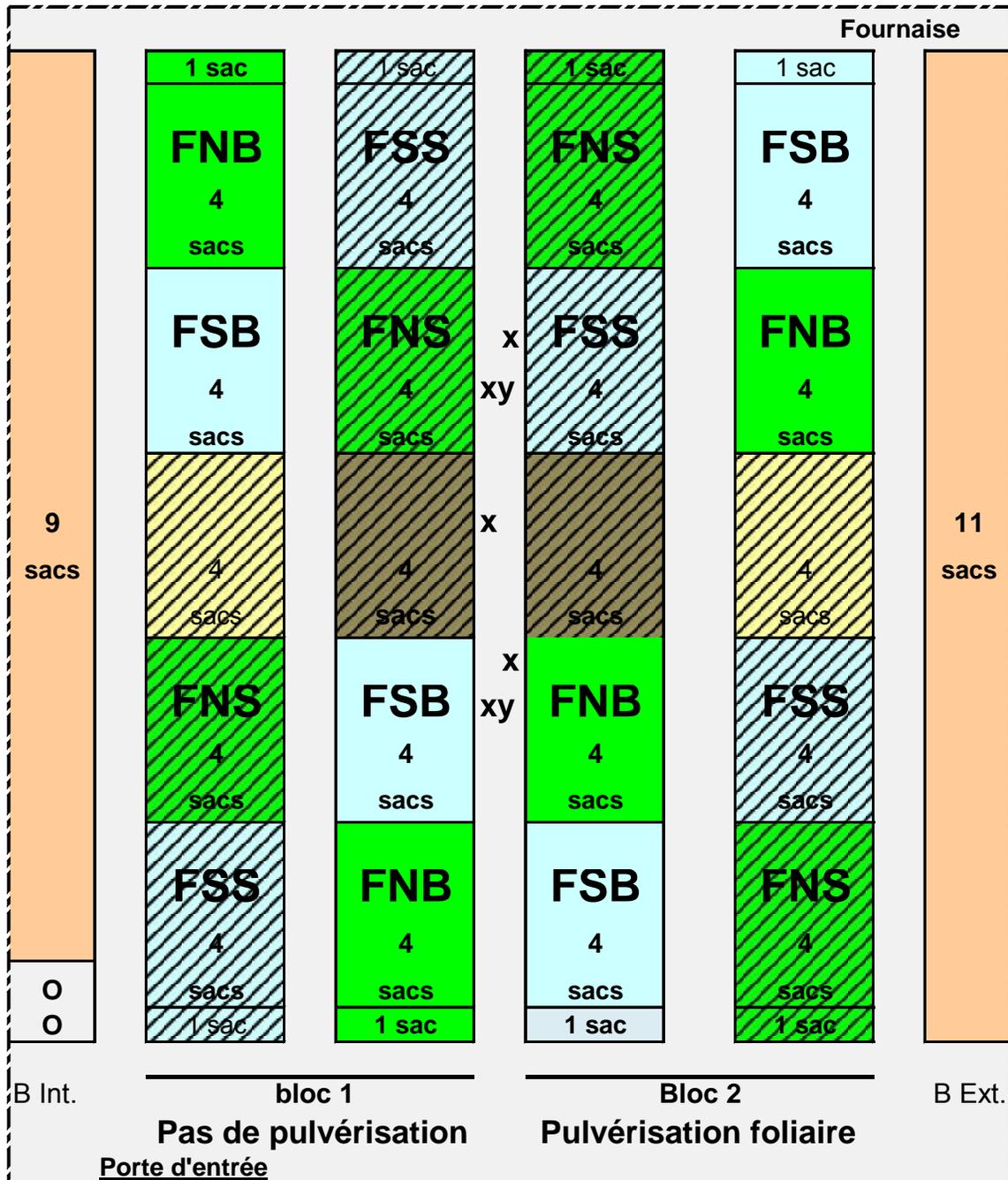


Figure 1 (suite) Légende

		Plants	Sacs
	1 fruit / nœud + baisse CE (FNB)	80	16
	1 fruit / noeud + Arrosage Standard (FNS)	80	16
	1 fruit / semaine + baisse CE (FSB)	80	16
	1 fruit / semaine + Arrosage standard (FSS)	80	16
	Ramiro Greffé zone tampom	40	8
	Ramiro non greffé zone tampom	40	8
	Bordure int. avec Ramiro + baisse CE	45	9
	Bordure ext. avec Ramiro + baisse CE	55	11
	Bouts de rang	40	8
		540	108

X Mesurage du drainage
XY Mesurage du drainage et contrôle de l'irrigation

3. Résultats

3.1 Rendements et pourriture apicale à la récolte

Les rendements de la culture et le taux de pourriture apicale ont été analysés sur quatre périodes et sur la période complète de production. Pour alléger la consultation, seuls les traitements principaux ou les interactions significatives sont présentés ici. Les tableaux complets sont présentés à l'annexe A.

Période prétraitements : 19 mai au 13 juillet 2011

Avant le début des traitements d'irrigation et de pulvérisation, soit du 19 mai au 13 juillet (54 jours), aucune différence significative n'a été observée pour le traitement de charge en fruits pour un rendement moyen de 3,2 Kg/m² (Tableau 1).

Tableau 1 : Influence de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale (19 mai au 13 juillet 2011)

Traitement*	Rendement kg/m ²	Pourriture apicale %
FN	3,21 a**	12,5 a
FS	3,20 a	10,1 a

* (FS) taille limitant la charge en fruits (FN) taille favorisant la charge en fruits

** Pour une même catégorie, les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes

Période de canicule à forte luminosité: 14 juillet au 17 août

Pour la période de canicule à forte luminosité, du 14 juillet au 17 août (35 jours), seul le traitement de charge en fruits a démontré un effet significatif sur les rendements avec un rendement plus élevé avec la charge forte en fruits (FN) de 0.38 kg/m² (tableau 2).

Tableau 2 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la régie d'irrigation et de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale (14 juillet au 17 août 2011)

Parcelles	Traitement*	Rendement kg/m ²	Pourriture apicale %
A Principale	Pulvérisation (P1)	3,02 a**	44,6 a
	Sans pulvérisation (P0)	2,94 a	42,2 a
B Sous-parcelles	Irrigation standard (St)	2,99 a	41,7 a
	Irrigation avec BCE	2,97 a	45,1 a
C Sous-sous parcelles	FN	3,17 a	43,7 a
	FS	2,79 b	43,1 a

* (FS) taille limitant la charge en fruits (FN) taille favorisant la charge en fruits (BCE) basse conductivité électrique

** Pour une même catégorie, les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes

Cependant, aucun des traitements n'a eu d'effet sur la pourriture apicale à la récolte. Cette période a duré 5 semaines et le rendement moyen fut donc de 0,60 kg/m²/semaine avec 43,5 % de pourriture apicale.

Période de canicule à plus faible luminosité, 18 août au 28 septembre

Pour la période de canicule à plus faible luminosité, du 18 août au 28 septembre (51 jours), aucune différence significative n'a été observée ni sur les rendements, ni sur le développement de la pourriture apicale (tableau 3). Le rendement moyen hebdomadaire fut donc de 0,35 kg/m²/semaine avec 68,7 % de pourriture apicale.

Tableau 3 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la régie d'irrigation et de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale
(14 août au 28 septembre 2011)

Parcelles	Traitement*	Rendement Kg/m ²	Pourriture apicale %
A Principale	Pulvérisation (P1)	2,02 a**	66,2 a
	Sans pulvérisation (P0)	2,22 a	71,2 a
B Sous-parcelles	Irrigation standard (St)	1,91 a	70,9 a
	Irrigation avec BCE	2,34 a	66,5 a
C Sous-sous parcelles	FN	2,37 a	65,9 a
	FS	1,88 a	71,5 a

* (FS) taille limitant la charge en fruits (FN) taille favorisant la charge en fruits (BCE) basse conductivité électrique

** Pour une même catégorie, les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes

Période de la fin de saison, 29 septembre au 10 novembre

Pour la période de la fin de saison, soit du 29 septembre au 10 novembre (44 jours), le traitement de charge forte (FN) a amélioré le rendement avec une augmentation de 14% par rapport à la charge faible (FS) (tableau 4a). Une interaction a aussi été notée entre les traitements de pulvérisation et d'irrigation (tableau 4b). Ainsi, la pulvérisation a permis d'accroître les rendements des parcelles irriguées en mode standard alors qu'elle semble avoir été néfaste pour les parcelles irriguées en mode BCE.

Encore ici, aucun traitement n'a eu d'impact sur la pourriture apicale. Le rendement moyen hebdomadaire fut de 0,77 kg/m²/semaine avec 16,7 % de pourriture apicale pour cette période.

Tableau 4a : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la stratégie d'irrigation et de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale
(29 septembre au 10 novembre 2011)

Parcelles	Traitement*	Rendement Kg/m ²	Pourriture apicale %
A Principale	Pulvérisation (P1)	4,72 a**	13,0 a
	Sans pulvérisation (P0)	4,54 a	17,2 a
B Sous-parcelles	Irrigation standard (St)	4,65 a	16,3 a
	Irrigation avec BCE	4,61 a	14,0 a
C Sous-sous parcelles	FN	4,94 a	15,9 a
	FS	4,32 b	14,4 a

* (FS) taille limitant la charge en fruits (FN) taille favorisant la charge en fruits
(BCE) basse conductivité électrique

** Pour une même catégorie, les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes

Tableau 4b : Interactions entre les traitements de pulvérisation en Ca et Mn, de la régie d'irrigation sur le rendement et la pourriture apicale
(29 septembre au 10 novembre 2011)

Interactions des groupes	Interactions des traitements*	Rendement Kg/m ²	Pourriture apicale %
A X B	Irr. standard avec P	4,90 a**	13,5 a
	Irr. standard sans P	4,40 b	19,1 a
	Irr. BCE avec P	4,53 b	12,6 a
	Irr. BCE sans P	4,68 ab	15,4 a

* (BCE) basse conductivité électrique, (P) pulvérisation

** Pour une même catégorie, les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes

Ensemble de la saison, 19 mai au 10 novembre

Pour l'ensemble de la saison de culture, l'effet significatif a encore été observé en ayant un rendement plus élevé de 12% chez le traitement avec la charge forte (FN) (tableau 5a). Concernant les traitements principaux pris un à un, aucun n'a démontré sa capacité de réduire la pourriture apicale à la récolte.

Tableau 5a : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la régie d'irrigation et de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale (19 mai au 10 novembre 2011)

Parcelles	Traitement*	Rendement Kg/m ²	Pourriture apicale %
A Principale	Pulvérisation (P1)	12,93 a**	28,4 a
	Sans pulvérisation (P0)	12,94 a	30,5 a
B Sous-parcelles	Irrigation standard (St)	12,86 a	29,3 a
	Irrigation avec BCE	13,01 a	29,6 a
C Sous-sous parcelles	FN	13,69 a	30,2 a
	FS	12,18 b	28,7 a

* (FS) taille limitant la charge en fruits (FN) taille favorisant la charge en fruits (BCE) basse conductivité électrique

** Pour une même catégorie, les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes

Au niveau du taux de pourriture apicale, il y a eu interaction entre le traitement d'irrigation et le traitement de charge de fruits. L'irrigation standard combinée au traitement de charge en fruits élevée (FN) a créé un taux de pourriture apicale plus élevé pour cette période alors que l'irrigation standard sans pulvérisation a obtenu le taux de pourriture apicale le plus faible (tableau 5b).

Le rendement moyen hebdomadaire fut de 0,54 kg/m²/semaine avec 29,5 % de pourriture apicale pour l'ensemble de la période de culture.

Tableau 5b : Interactions entre les traitements de la régie d'irrigation et de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale (19 mai au 10 novembre 2011)

Interactions des groupes	Interactions des traitements*	Rendement Kg/m ²	Pourriture apicale %
B X C	St avec FN	13,52 a**	31,1 a
	St avec FS	12,20 a	27,5 c
	BCE avec FN	13,86 a	29,3 b
	BCE avec FS	12,16 a	29,9 ab

* (FS) taille limitant la charge en fruits, (FN) taille favorisant la charge en fruits (BCE) basse conductivité électrique, (St) régie d'irrigation standard

** Pour une même catégorie, les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes

3.2 Pourriture apicale au stade jeune fruit

Le tableau 6 indique la moyenne hebdomadaire de jeunes fruits (nombre de fruits sur 4 plants) atteints de pourriture apicale avant la période de canicule (du 7 juin au 5 juillet). La

pulvérisation a réduit de façon significative le nombre de jeunes fruits atteints de pourriture apicale durant cette période.

Tableau 6 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la régie d'irrigation et de la taille des fruits sur le taux de pourriture apicale des jeunes fruits avant la période canicule (du 7 juin au 5 juillet)

Parcelles	Traitement*	Pourriture apicale # fruits/4 plants
A Principale	Pulvérisation (P1)	1,1 b
	Sans pulvérisation (P0)	1,4 a
B Sous-parcelles	Irrigation standard (St)	1,3 a
	Irrigation avec BCE	1,3 a
C Sous-sous parcelles	FN	1,3 a
	FS	1,2 a

* (FS) taille limitant la charge en fruits (FN) taille favorisant la charge en fruits (BCE) basse conductivité électrique

** Pour une même catégorie, les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes

Le tableau 7 indique la moyenne hebdomadaire de jeunes fruits atteints de pourriture apicale pendant la période de canicule (du 6 juillet au 11 septembre). Malgré le stade précoce des fruits mesurés, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements.

Tableau 7 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la régie d'irrigation et de la taille des fruits sur le taux de pourriture apicale des jeunes fruits et durant la période canicule (6 juillet au 11 septembre 2011)

Parcelles	Traitement*	Pourriture apicale # fruits/4 plants
A Principale	Pulvérisation (P1)	5,3 a
	Sans pulvérisation (P0)	4,6 a
B Sous-parcelles	Irrigation standard (St)	5,2 a
	Irrigation avec BCE	4,7 a
C Sous-sous parcelles	FN (2/3)	5,0 a
	FS (1/2)	5,0 a

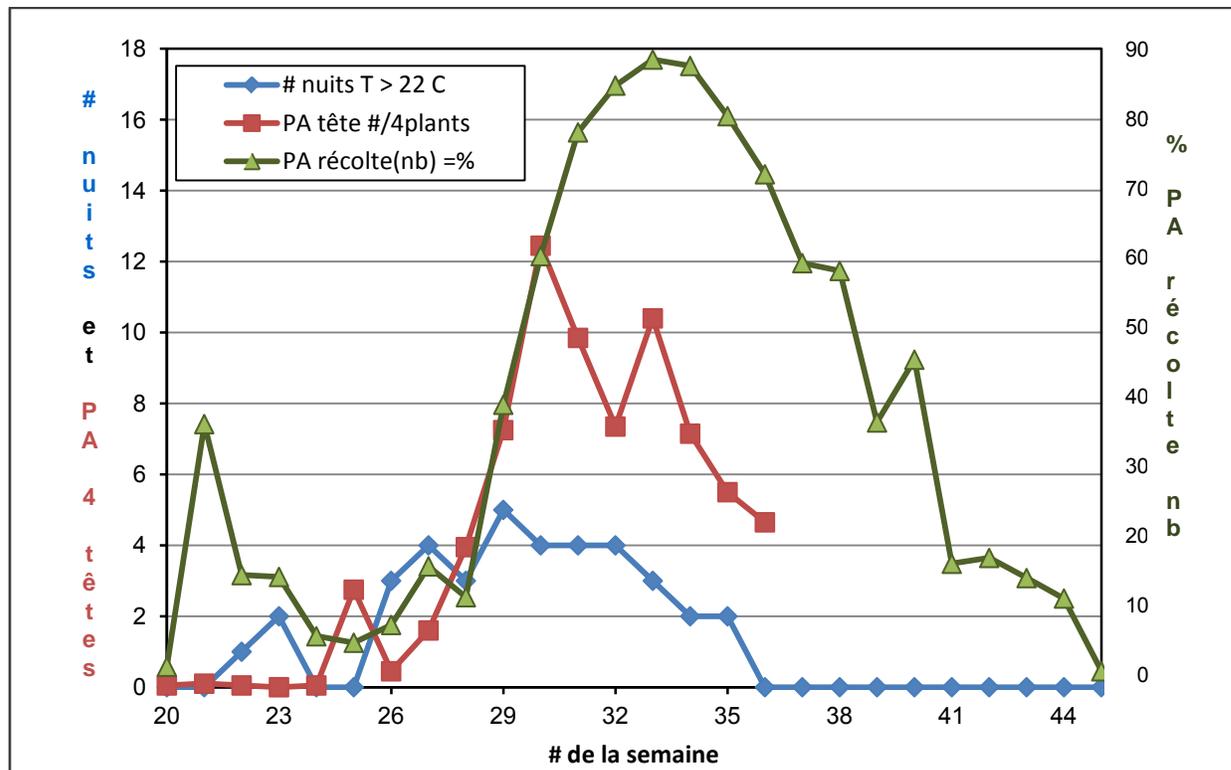
* (FS) taille limitant la charge en fruits (FN) taille favorisant la charge en fruits (BCE) basse conductivité électrique

** Pour une même catégorie, les valeurs ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes

3.3 Effet globale des températures nocturnes élevées sur le développement de la pourriture apicale

La graphique 1 présente la répartition des températures nocturnes élevées ($\geq 22^{\circ}\text{C}$) et la pourriture apicale observée chez les jeunes fruits et à la récolte. Les premiers évènements de températures nocturnes élevées sont apparus les semaines 22 et 23 et ont créé un premier pic de pourriture apicale chez les jeunes fruits à la semaine 25. Le délai observé entre les deux pics indique un retard dans l'apparition des symptômes. Par la suite, le taux de pourriture apicale a démontré un effet cumulatif pour tous les stades. Cet effet cumulatif indique clairement que les fruits sont sensibles à la pourriture apicale durant une période très longue au cours de leur vie sur le plant.

Graphique 1 : **Effet du nombre de nuits avec une température $\geq 22^{\circ}\text{C}$ sur le développement de la pourriture apicale**



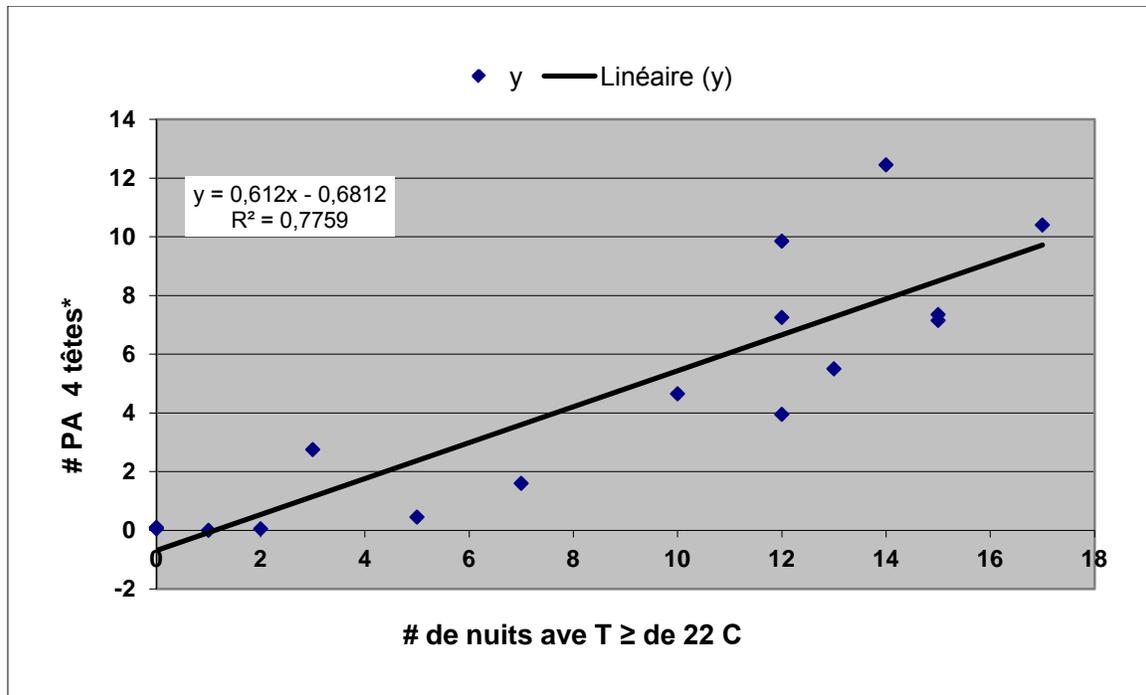
* Nombre de fruits de moins de 10 cm avec trace de pourriture apicale sur la tête de 4 tiges

Le tableau 8 indique les coefficients de corrélation pour la pourriture apicale sur les jeunes fruits avec la plus forte corrélation (78 %, graphique 2) pour une durée de sensibilité de 3 semaines et une apparition des symptômes 2 semaines après les fortes températures nocturnes. Le graphique 3 indique clairement les effets de pics de températures de nuit élevées avec les symptômes de pourriture apicale sur les jeunes fruits en tenant compte de la durée de sensibilité et du décalage d'apparition des symptômes.

Tableau 8 : Durée de sensibilité et retard d'apparition des symptômes de la pourriture apicale sur les jeunes fruits

Durée de la sensibilité # semaines	Période de décalage # semaines	Corrélation R2
1	0	0,23
2	0	0,41
2	1	0,53
2	2	0,69
2	3	0,75
3	0	0,56
3	1	0,65
3	2	0,78
3	3	0,73

Graphique 2 : Droite de régression de la pourriture apicale sur les jeunes fruits (<10cm) en fonction du nombre de nuits avec une température ≥ à 22°C pour un décalage de l'apparition des symptômes de 2 semaines et une sensibilité de 3 semaines



* Nombre de fruits de moins de 10 cm avec trace de pourriture apicale sur la tête de 4 tiges

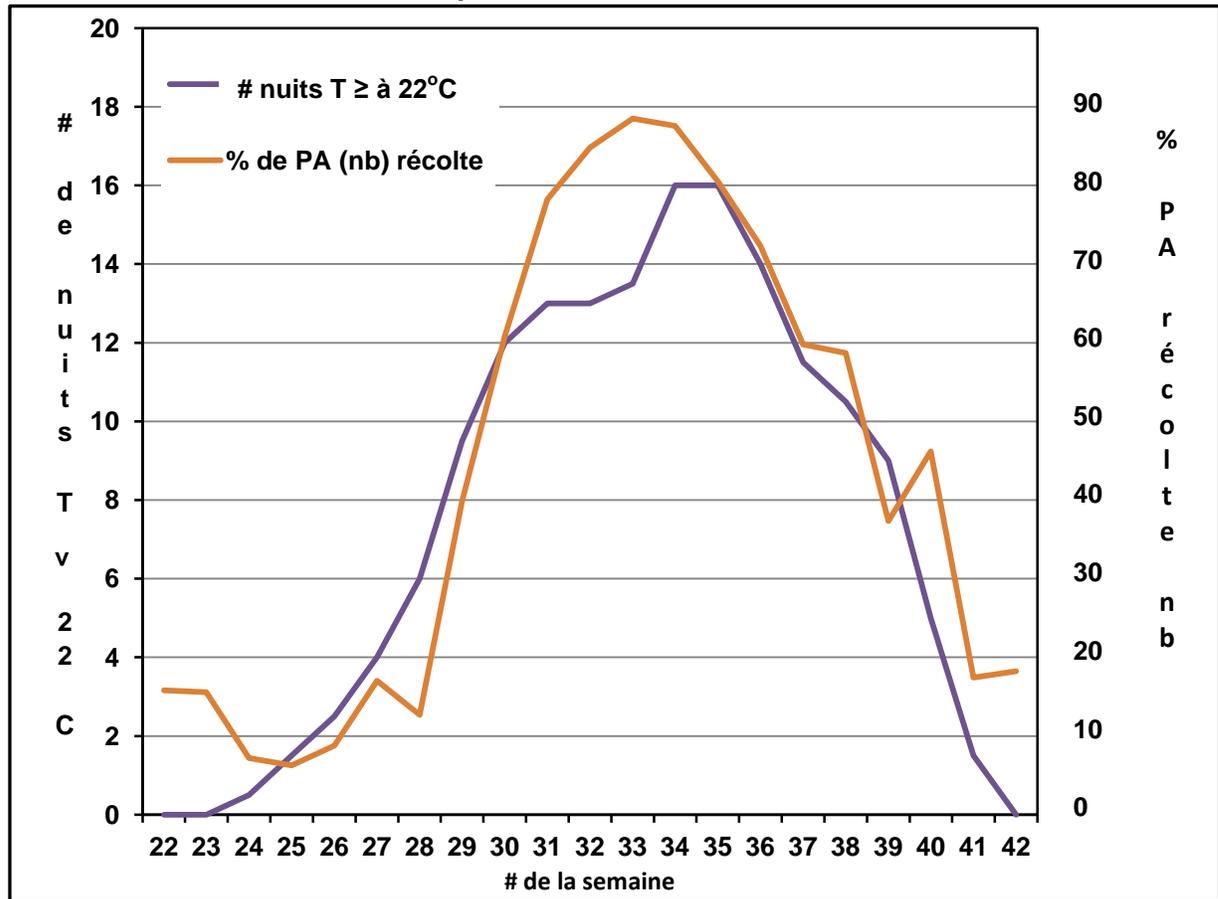
Le tableau 9 indique les coefficients de corrélation pour la pourriture apicale à la récolte avec la plus forte corrélation (86%, graphique 4) pour une durée de sensibilité de 3 semaines et une apparition des symptômes 2.5 semaines après les fortes températures nocturnes.

Tableau 9 : Durée de sensibilité et retard d'apparition des symptômes de la pourriture apicale à la récolte

Durée de la sensibilité # semaines	Période de décalage # semaines	Corrélation R2
1	0	0,21
2	0	0,21
2	1	0,52
2	2	0,70
2	3	0,75
3	0	0,45
3	1	0,63
3	2	0,81
3	3	0,85
3	2,5	0,86
4	0	0,56
4	1	0,74
4	2	0,85
4	3	0,85
4	4	0,72
4	5	0,52

Le graphique 3 indique clairement les effets cumulatifs des températures de nuit élevées avec les symptômes de pourriture apicale à la récolte en tenant compte de la durée de sensibilité et du décalage d'apparition des symptômes.

Graphique 3 : Évolution de la pourriture apicale à la récolte en fonction du nombre de nuits avec une température \geq à 22°C



4. Discussion

L'effet des températures de nuit élevées ($\geq 22^{\circ}\text{C}$) semble être la dominante sur le développement de la pourriture apicale et son analyse demande de tenir compte d'un décalage entre les événements des températures de nuit élevées et l'apparition des symptômes, ainsi que de tenir compte de l'effet cumulatif des symptômes dus à la durée de sensibilité très longue des fruits à ce désordre. Ainsi, il semble que les fruits soient sensibles 3 semaines avant le stade 10 cm, ce qui signifie dès leur nouaison. De même, il semble que les fruits soient aussi sensibles jusqu'à au moins 2.5 semaines avant les récoltes. Pratiquement et pour ce type de cultivar, les fruits seraient donc sensibles pendant toute leur période de croissance.

Marcelis et Ho (1999) et R'him et Jebari (2008) rapporte que la pourriture apicale est fortement liée à la vitesse de croissance des fruits qui elle, dépend de la génétique et du niveau de température élevé encouru par la culture. De plus, Torres del Campo (2005) rapporte que les luminosités élevées associées aux températures élevées créent des stress oxydatifs dans les tissus. Des molécules oxydantes (ROS = reactive oxygene species) sont ainsi créées et peuvent endommager les cellules. Ces molécules peuvent être éliminées grâce aux réactions anti oxydantes dans les tissus dans la mesure où la plante dispose d'une période de recouvrement à température plus tempérée. Ainsi, un délai trop long entre la génération des molécules oxydantes et leur élimination peut mener à des dommages permanents; d'où l'importance des températures de nuit plus fraîches pour éviter la pourriture apicale. Les cultivars de poivron conique sont réputés sensibles à la pourriture apicale. L'été 2011 a été caractérisé par des températures particulièrement chaudes avec 37 nuits ayant des températures égales ou supérieures à 22°C . Dans ce projet, les relations établies entre les températures chaudes de nuit et le développement de la pourriture apicale indiquent clairement la dominance de cette contrainte climatique sur ce désordre.

La sensibilité des fruits à tous les stades n'a jamais été relatée dans la littérature. Cependant, ce phénomène est aussi observé chez plusieurs cultivars de tomate de type italienne. Cette durée de sensibilité implique que certains fruits ont subi ces contraintes de température à 37 reprises sur environ 2 mois, ce qui a laissé peu de chances aux traitements de régie de culture de s'exprimer sur le contrôle de la pourriture apicale. Ainsi, l'effet climatique a largement dominé et a masqué l'effet des traitements pendant la canicule.

Que les causes de la pourriture apicale en condition de canicule soient liées aux molécules oxydantes ou à un taux de croissance trop élevé, les traitements de pulvérisation au calcium et au manganèse n'ont pu contrer le développement de la pourriture apicale. Pourtant, Atkas et al. (2005) rapporte que le manganèse améliore l'élimination des molécules oxydantes en conditions chaudes et ensoleillées. L'effet significatif du traitement de pulvérisation chez les jeunes fruits avant la canicule (tableau 6) démontre que la pulvérisation aurait pu réduire la pourriture apicale si le climat n'avait pas été si chaud. D'ailleurs, des essais de pulvérisation dans les parcelles de garde, chaque matin suite à une nuit chaude, ont clairement démontré que la pulvérisation réduisait la gravité de la pourriture

apicale en période de canicule, avec moins de 5% de la superficie du fruit affectée alors qu'elle était de plus de 50 % chez les fruits non pulvérisés. Cependant, le nombre de fruits affectés demeurait élevé. Ainsi, une méthode de mesure de l'effet des traitements sur le développement de la pourriture apicale basée sur la gravité des symptômes aurait sûrement permis de mieux identifier les stratégies ayant un potentiel de contrôle. L'effet des pulvérisations au calcium et au manganèse offre probablement un potentiel lorsque les conditions de fortes températures de nuit ne sont pas monnaie courante, puisque l'acceptabilité de cette technique demande que les interventions soient limitées pour éviter les coûts de main-d'œuvre. Par ailleurs, des signes de synergie ont été notés sur les rendements d'automne alors que la pulvérisation au calcium et au manganèse a permis d'augmenter les rendements pour les parcelles irriguées en mode standard seulement (tableau 4b).

L'utilisation d'une charge forte ou faible n'a pas eu d'incidence sur le développement de la pourriture apicale. Ainsi, ni un effet d'épuisement, ni un déséquilibre en faveur d'une végétation excessive ne peuvent expliquer le développement de la pourriture apicale. Cependant, la somme des éléments de stress (charge forte et conductivité électrique constante) semble favoriser la pourriture apicale (tableau 5b). Néanmoins, nos résultats indiquent surtout qu'il est avantageux de conserver une bonne charge en fruits et réduire la CE lors de la canicule pour augmenter le rendement vendable. Ces résultats vont dans le même sens que De Kreij (1999), qui rapporte que la récolte de poivrons encore verts permet une meilleure croissance et une augmentation de rendement, mais n'a aucune incidence sur la pourriture apicale.

Klaring et al. (1998) indique qu'une stratégie d'irrigation avec une conductivité électrique ajustée aux conditions lumineuses réduit le risque de pourriture apicale chez le poivron. Cependant, dans nos essais, les deux stratégies n'ont aucunement affecté la pourriture apicale; ceci implique que ces stratégies ne comportaient pas de facteur limitatif pouvant créer la pourriture apicale, du moins, en tenant compte de l'effet de masse créée par les températures de nuit élevées.

Dans ce projet, les mesures de pourriture apicale ont été prises sur une base commerciale, ce qui signifie qu'un fruit n'avait ou n'avait pas de pourriture apicale. Cependant, notre expérimentation nous a permis d'observer que l'intensité de la pourriture apicale sur un fruit était affectée par les différents traitements, mais la très longue période de la canicule 2011 et la durée de sensibilité du fruit n'ont pas permis de faire ressortir l'effet des traitements. Pour démontrer le potentiel des traitements comme outils pour réduire la pourriture apicale, il aurait donc fallu pouvoir évaluer durant ce projet l'intensité du dommage causé par la pourriture apicale sur chacun des fruits.

5. Conclusion

Dans notre expérimentation et en période de canicule, nous avons atteint près de 70 % de pertes de récolte commercialisables. La moyenne de ces pertes sur une base annuelle représente environ 30 %. Ce niveau de pertes aussi élevé, dû à la pourriture apicale du poivron conique de type Ramiro, constitue un élément majeur de rejet pour ce type de culture.

Les températures de nuit égales ou supérieures à 22°C expliquent la grande occurrence de ce désordre physiologique. La sensibilité des fruits aux hautes températures de nuit sur l'ensemble de leur période de croissance rend pratiquement impossible la capacité du producteur à amener les fruits à terme sans dommage de pourriture apicale. De Ruiters seeds (2011) nous a indiqué qu'en période chaude en Ontario, il était presque impossible d'obtenir du rendement vendable chez ce type de cultivar dû à la pourriture apicale.

En période de canicule, aucun traitement pris individuellement n'a permis de réduire la pourriture apicale. Les combinaisons de traitements ayant démontré un effet significatif sur le contrôle de la pourriture n'ont cependant pas démontré un effet assez important pour justifier le potentiel d'adaptation de cette culture par une régie adaptée.

Devant l'impossibilité de contrôler la pourriture apicale causée par des températures de nuit élevées, les entreprises qui désirent se positionner avec ce produit devraient donc se situer dans des régions qui offrent un climat frais, telles les régions plus nordiques ou maritimes. Cette difficulté de produire ce type de produit dans les régions chaudes peut donc s'avérer un avantage concurrentiel pour les régions plus nordiques.

6. Bibliographie

Atkas, H., Karni, L., Chang, D-C., Turhan, E., Bar-Tal, A., et Alony, B., 2005. The suppression of salinity-associated oxygen radicals production, in pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit, by manganese, zinc and calcium in relation to its sensitivity to blossom-end rot. *Physiologia Plantarum* 123: 67-74

De Kreijl, C., 1999. Effect of chloride / nitrate ratio in pepper. International Symposium on Growing Media and Hydroponics p.90

Klaring, H-P. et Cierpinski, W.,1998. Control of nutrient solution concentration depending on greenhouse climate in a sweet pepper crop. *Acta Horticulturae* 458: 141-146

Marcellis, L.F.M., et HO, L.C., 1999. Blossom-end rot in relation to growth rate and calcium content in fruits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Experimental Botany* 52: 357-363

R'him, T., et Jebari, H., 2008. La nécrose apicale en relation avec certains paramètres morphologiques et la teneur en calcium dans les fruits chez quatre variétés de piment (*Capsicum annuum* L.) *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12(4): 361-366

Saure, M.C., 2001. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) – a calcium – or a stress-related disorder? *Sci. Hort.* 90: 193-208

Sonneveld, C. and A. M. M. Van der Burg 1991 Sodium chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. *Neth J. Agr. Sci* 39 :115-122

Torres del Campo, C. A., 2005. Physiological and biochemical responses of fruit exocarp of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) mutants to natural photooxidative conditions. Ph. D thesis, Washington State University, 195pp.

Annexe

Tableaux complets
avec les résultats des analyses statistiques

Tableau 2 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la stratégie d'irrigation et de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale du 14 juillet au 17 août 2011

Parcelles	Traitement	Rendement		P. apicale	
		(Kg/m ²)		(%)	
A- Principale	Pulvérisation (P1)	3,02	a	44,6	a
	Sans pulvérisation (P0)	2,94	a	42,2	a
B- Sous P.	Irrigation standard (St)	2,99	a	41,7	a
	Irrigation avec BCE (BCE)	2,97	a	45,1	a
C- Sous-sous P.	FN	3,17	a	43,7	a
	FS	2,79	b	43,1	a
AXB	St X P1	3,15	a	41,3	a
	St X P0	2,83	a	42,1	a
	BCE X P1	2,89	a	48,0	a
	BCE X P0	3,05	a	42,3	a
AXC	P1 X FN	3,18	a	45,4	a
	P1 x FS	2,86	a	43,9	a
	P0 X FN	3,16	a	42,0	a
	P0 X FS	2,72	a	42,4	a
BXC	St X FN	3,14	a	41,5	a
	St X FS	2,84	a	41,9	a
	BCE X FN	3,20	a	45,8	a
	BCE X FS	2,74	a	44,4	a
AXBXC	FN X St X P1	3,29	a	42,8	a
	FN X St X P0	2,99	a	40,2	a
	FN X BCE X P1	3,08	a	47,9	a
	FN X BCE X P0	3,33	a	43,8	a
	FS X St X P1	3,01	a	39,7	a
	FS X St X P0	2,66	a	44,0	a
	FS X BCE X P1	2,70	a	48,1	a
	FS X BCE X P0	2,77	a	40,8	a

Tableau 3 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la stratégie d'irrigation et de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale du
18 août au 28 septembre 2011

Parcelles	Traitement	Rendement		P. apicale	
		(Kg/m ²)		(%)	
A- Principale	Pulvérisation (P1)	2,02	a	66,2	a
	Sans pulvérisation (P0)	2,22	a	71,2	a
B- Sous P.	Irrigation standard (St)	1,91	a	70,9	a
	Irrigation avec BCE (BCE)	2,34	a	66,5	a
C- Sous-sous P.	FN (2/3)	2,37	a	65,9	a
	FS (1/2)	1,88	a	71,5	a
AXB	St X P1	1,97	a	69,9	a
	St X P0	1,85	a	72,0	a
	BCE X P1	2,08	a	62,5	a
	BCE X P0	2,59	a	70,5	a
AXC	P1 X FN	2,32	a	65,9	a
	P1 x FS	1,73	a	66,5	a
	P0 X FN	2,42	a	66,0	a
	P0 X FS	2,02	a	76,5	a
BXC	St X FN	2,18	a	70,5	a
	St X FS	1,64	a	71,3	a
	BCE X FN	2,56	a	61,4	a
	BCE X FS	2,11	a	71,6	a
AXBXC	FN X St X P1	2,20	a	70,4	a
	FN X St X P0	2,16	a	70,7	a
	FN X BCE X P1	2,44	a	61,4	a
	FN X BCE X P0	2,68	a	61,3	a
	FS X St X P1	1,74	a	69,3	a
	FS X St X P0	1,54	a	73,4	a
	FS X BCE X P1	1,72	a	63,6	a
	FS X BCE X P0	2,51	a	79,6	a

Tableau 4 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la stratégie d'irrigation et de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale

29 septembre au 10 novembre 2011

Parcelles	Traitement	Rendement		P. apicale	
		(Kg/m ²)		(%)	
A- Principale	Pulvérisation (P1)	4,72	a	13,0	a
	Sans pulvérisation (P0)	4,54	a	17,2	a
B- Sous P.	Irrigation standard (St)	4,65	a	16,3	a
	Irrigation avec BCE (BCE)	4,61	a	14,0	a
C- Sous-sous P.	FN (2/3)	4,94	a	15,9	a
	FS (1/2)	4,32	b	14,4	a
AXB	St X P1	4,90	a	13,5	a
	St X P0	4,40	b	19,1	a
	BCE X P1	4,53	b	12,6	a
	BCE X P0	4,68	ab	15,4	a
AXC	P1 X FN	4,96	a	12,9	a
	P1 x FS	4,48	a	13,1	a
	P0 X FN	4,91	a	18,9	a
	P0 X FS	4,17	a	15,6	a
BXC	St X FN	4,84	a	18,5	a
	St X FS	4,46	a	14,0	a
	BCE X FN	5,03	a	13,3	a
	BCE X FS	4,18	a	14,7	a
AXBXC	FN X St X P1	4,99	a	14,1	a
	FN X St X P0	4,70	a	22,9	a
	FN X BCE X P1	4,94	a	11,8	a
	FN X BCE X P0	5,13	a	14,9	a
	FS X St X P1	4,82	a	12,9	a
	FS X St X P0	4,11	a	15,2	a
	FS X BCE X P1	4,13	a	13,4	a
	FS X BCE X P0	4,23	a	16,0	a

Tableau 5 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la stratégie d'irrigation et de la taille des fruits sur le rendement et la pourriture apicale
19 mai au 10 novembre 2011 (saison complète)

Parcelles	Traitement	Rendement		P. apicale	
		(Kg/m ²)		(%)	
A- Principale	Pulvérisation (P1)	12,93	a	28,4	a
	Sans pulvérisation (P0)	12,94	a	30,5	a
B- Sous P.	Irrigation standard (St)	12,86	a	29,3	a
	Irrigation avec BCE (BCE)	13,01	a	29,6	a
C- Sous-sous P.	FN (2/3)	13,69	a	30,2	a
	FS (1/2)	12,18	b	28,7	a
AXB	St X P1	13,18	a	28,0	a
	St X P0	12,54	a	30,6	a
	BCE X P1	12,68	a	28,9	a
	BCE X P0	13,34	a	30,3	a
AXC	P1 X FN	13,59	a	29,8	a
	P1 x FS	12,27	a	27,0	a
	P0 X FN	13,78	a	30,6	a
	P0 X FS	12,10	a	30,3	a
BXC	St X FN	13,52	a	31,1	a
	St X FS	12,20	a	27,5	c
	BCE X FN	13,86	a	29,3	b
	BCE X FS	12,16	a	29,9	ab
AXBXC	FN X St X P1	13,60	a	29,9	a
	FN X St X P0	13,44	a	32,3	a
	FN X BCE X P1	13,59	a	29,7	a
	FN X BCE X P0	14,13	a	28,9	a
	FS X St X P1	12,77	a	26,1	a
	FS X St X P0	11,64	a	28,9	a
	FS X BCE X P1	11,77	a	28,0	a
	FS X BCE X P0	12,55	a	31,8	a

Tableau 6 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la stratégie d'irrigation et de la taille des fruits sur la pourriture apicale des jeunes fruits avant la période de canicule 7 juin au 7 juillet

Parcelles	Traitement	P. apicale	
		# fruits/4 plants	
A- Principale	Pulvérisation (P1)	1,1	b
	Sans pulvérisation (P0)	1,4	a
B- Sous P.	Irrigation standard (St)	1,3	a
	Irrigation avec BCE (BCE)	1,3	a
C- Sous-sous P	FN	1,3	a
	FS	1,2	a
AXB	St X P1	1,3	a
	St X P0	1,2	a
	BCE X P1	0,8	a
	BCE X P0	1,7	a
AXC	P1 X FN	1,1	a
	P1 x FS	1,0	a
	P0 X FN	1,4	a
	P0 X FS	1,4	a
BXC	St X FN	1,3	a
	St X FS	1,3	a
	BCE X FN	1,3	a
	BCE X FS	1,2	a
AXBXC	FN X St X P1	1,4	a
	FN X St X P0	1,1	a
	FN X BCE X P1	0,9	a
	FN X BCE X P0	1,8	a
	FS X St X P1	1,3	a
	FS X St X P0	1,3	a
	FS X BCE X P1	0,8	a
	FS X BCE X P0	1,6	a

Tableau 7 : Influence de la pulvérisation en Ca et Mn, de la stratégie d'irrigation et de la taille des fruits sur la pourriture apicale des jeunes fruits durant la période de canicule: 14 juillet au 28 septembre 2011

Parcelles	Traitement	P. apicale	
		# fruits/4 plants	
A- Principale	Pulvérisation (P1)	5,3	a
	Sans pulvérisation (P0)	4,6	a
B- Sous P.	Irrigation standard (St)	5,2	a
	Irrigation avec BCE (BCE)	4,7	a
C- Sous-sous P.	FN	5,0	a
	FS	5,0	a
AXB	St X P1	5,8	a
	St X P0	4,6	a
	BCE X P1	4,8	a
	BCE X P0	4,6	a
AXC	P1 X FN	5,4	a
	P1 x FS	5,2	a
	P0 X FN	4,5	a
	P0 X FS	4,8	a
BXC	St X FN	5,2	a
	St X FS	5,3	a
	BCE X FN	4,7	a
	BCE X FS	4,7	a
AXBXC	FN X St X P1	5,9	a
	FN X St X P0	4,4	a
	FN X BCE X P1	5,0	a
	FN X BCE X P0	4,5	a
	FS X St X P1	5,7	a
	FS X St X P0	4,8	a
	FS X BCE X P1	4,7	a
	FS X BCE X P0	4,7	a