



Effets des tubes bleus sur la croissance, l'aoûtement et le gel hivernal sur quatre cépages de vigne en année d'implantation

Projet : PSIH 08-01-902

Rapport final

Présenté au

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

dans le cadre du

Programme de soutien à l'innovation horticole



Par :

Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel

Avec la participation de :

Larbi Zerouala, agr.
MAPAQ, Blainville

Mars 2010

- Mise à jour : Mai 2010 -

Introduction

En Europe, les tubes de protection sont utilisés en foresterie depuis de nombreuses années afin de favoriser l'établissement des arbres en diminuant les risques de blessures et en augmentant l'accumulation de biomasse (Due 1990). Dans les années 1990, cette technique a été transposée aux vignobles (Due 1990). Aujourd'hui, plusieurs viticulteurs utilisent des tubes de protection pour favoriser l'établissement de leurs vignes au cours des années d'implantation (Hall & Mahaffee 2001).

Dès les premiers essais, il a été considéré que la couleur des tubes pouvait avoir une influence importante sur les vignes et que la couleur bleue pourrait être plus favorable que d'autres couleurs (Due 1990).

Dans le passé, des études moléculaires effectuée chez des *Arabidopsis* spp. (Brassicaceae) ont identifié trois types de photorécepteurs de lumière bleue chez les plantes, soit (1) le cryptochrome 1 (ou CRY1), (2) le cryptochrome 2 (ou CRY2) et (3) la phototropine ; il est fort probable qu'il y ait aussi d'autres récepteurs de lumière bleue, non encore identifiés (Lin 2000). La lumière bleue affecte plusieurs aspects de la croissance et du développement des plantes. La réponse des plantes à la lumière bleue comprend (1) l'inhibition de l'élongation de l'hypocotyle (partie de la tige située entre la base de la tige et les premiers cotylédons de la plante), (2) la stimulation de l'expansion des cotylédons (feuilles primordiales constitutives de la graine), (3) la régulation du temps de floraison, (4) le phototropisme, (5) l'ouverture des stomates, (6) la synchronisation du rythme circadien avec l'environnement et (7) la régulation de l'expression des gènes (Fankhauser & Chory 1997; Lin 2000).

En ce qui concerne la vigne, Chée (1986) a démontré que la lumière bleue augmente la production des tiges sous-cultivées chez des hybrides de *Vitis Remaily Seedless*. Ces résultats confirment les connaissances physiologiques sur les spectres d'absorption de la chlorophylle *a* et *b*.

Suite à ces études, des tubes de couleurs bleus ont été commercialisés, notamment pour la culture de la vigne. Ces tubes bleus sont conçus d'un film de polyester partiellement transparent et

teinté de bleu. Ces derniers créent un micro climat qui amplifie l'effet de la lumière bleue. Selon un fabricant, une étude aurait démontré que la lumière émise au travers des tubes bleus serait plus forte pour le spectre 300-530 nm et 680 nm et plus. Or, la lumière se situant dans ces spectres serait celle qui est le plus absorbé par les plantes. À l'inverse, la lumière moins utilisée par les plantes (entre 530 et 650 nm) serait plus faible à l'intérieur des tubes bleus. Les tubes bleus permettraient donc une forte activité photosynthétique. Aussi, les tubes bleus réduirait l'exposition aux rayons ultra-violets.

Au Québec, il y a 238 vigneron et 631 hectares de vignobles. La plantation de vignes augmente à un rythme de 100 000 pieds de vigne par année (Plocher & Parke 2008). Cette récente croissance rapide de la viticulture au Québec a été alimentée par l'introduction de nouvelles variétés rustiques (Plocher & Parke 2008). Une variété est dite rustique si elle survit bien à l'hiver. En fonction des variétés, la rusticité peut varier d'une partie de la vigne à l'autre, d'une saison à l'autre et même d'un moment à l'autre au cours d'un même hiver (Plocher & Parke 2008). Selon Plocher & Parke 2008, les variétés de vigne peuvent être groupées en 3 catégories, soit les *tendres*, les *rustiques à -35°C* et les *rustiques à -40°C*. La plupart des rustiques se trouvent dans la catégorie *rustiques à -35°C*. C'est le cas notamment de *Skandia*, *Marquette*, *St-Croix*, *Perle Noire*, *Frontenac Rouge* et *Louise-Swenson* (Plocher & Parke 2008).

Au Québec, plusieurs viticulteurs utilisent les tubes bleus sur les plants de vigne en année d'implantation de leur vignoble. Cependant, l'utilisation de tubes bleus sur la vigne n'a fait l'objet d'aucune expérimentation au Québec. Actuellement, les seules études sur les tubes bleus ont été effectuées en climat tempéré. Aussi, ces études portaient essentiellement sur l'effet des tubes bleus sur la croissance, alors que les effets sur l'aoûtement, le gel hivernal et sur le débourrement hâtif des bourgeons n'ont pas fait l'objet de recherche.

Objectif

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact des tubes bleus sur quatre cépages de vignes rustiques, soit les cépages *Frontenac rouge*, *Sainte-Croix*, *Louise Swenson* et *Marquette*. Plus précisément, l'objectif était de mesurer l'effet des tubes bleus (1) sur la croissance, (2) sur l'aoûtement et (3) sur le gel hivernal de ces cépages.

Méthodologie

Vignoble expérimental

L'étude a été effectuée sur les parcelles expérimentales du *Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel* (CRAM), lesquelles sont situées dans l'enceinte de l'Abbaye d'Oka (région des Laurentides). Le site est orienté sud-ouest et le sol est un loam graveleux avec un drainage parfait.

Les données climatiques moyennes sur 29 ans indiquent un cumul de 1092 degrés-jours (base 10), une température moyenne au mois de janvier (le mois le plus froid) de -11,3°C et une température minimale record de -38,3 °C (Environnement Canada, 2007).

Au mois de juin 2008, le vignoble expérimental a été implanté sur ces terres, avec un espacement de 1,5 mètre sur les rangs et de 2,44 mètres entre les rangs. L'entretien du vignoble (taille, conduite, désherbage) s'est fait manuellement et aucun traitement phytosanitaire n'a été requis. Le vignoble est constitué des cépages *Frontenac rouge* (très vigoureux, raisin rouge tardif), *Marquette* (très vigoureux, raisin rouge tardif; très prometteur), *Sainte-Croix* (moyennement vigoureux, raisin rouge de mi-saison) et *Louise-Swenson* (faiblement vigoureux, raisin blanc de mi-saison).

Dispositif expérimental

Pour cette étude, des tubes bleus commerciaux ont été utilisées. Le dispositif expérimental est représenté à la figure 1. Chaque cépage a été planté en une parcelle de 6 rangs par 15 pieds de vigne. Les traitements ont été distribués au sein des parcelles selon un plan en blocs aléatoires complets

répétés six fois (chaque rang représentait un bloc au sein duquel les trois traitements étaient distribués aléatoirement en groupe de cinq pieds de vigne). Les traitements qui ont été comparés au cours de ce projet étaient :

- T1 : traitement témoin, sans tube bleu
- T2 : plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés au mois d'août de la 1ère année (2008)
- T3 : plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés au mois de juin de la 2e année (2009)

	Cépage Sainte-Croix						Cépage Louise-Svenson						Cépage Frontenac						Cépage Marquette					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
1	T2	T2	T3	T1	T1	T3	T1	T2	T3	T2	T3	T2	T2	T3	T2	T1	T3	T1	T3	T1	T3	T1	T2	T3
2	T2	T2	T3	T1	T1	T3	T1	T2	T3	T2	T3	T2	T2	T3	T2	T1	T3	T1	T3	T1	T3	T1	T2	T3
3	T2	T2	T3	T1	T1	T3	T1	T2	T3	T2	T3	T2	T2	T3	T2	T1	T3	T1	T3	T1	T3	T1	T2	T3
4	T2	T2	T3	T1	T1	T3	T1	T2	T3	T2	T3	T2	T2	T3	T2	T1	T3	T1	T3	T1	T3	T1	T2	T3
5	T2	T2	T3	T1	T1	T3	T1	T2	T3	T2	T3	T2	T2	T3	T2	T1	T3	T1	T3	T1	T3	T1	T2	T3
6	T3	T1	T2	T2	T3	T2	T2	T3	T1	T3	T2	T1	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T2	T2	T1	T2	T3	T2
7	T3	T1	T2	T2	T3	T2	T2	T3	T1	T3	T2	T1	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T2	T2	T1	T2	T3	T2
8	T3	T1	T2	T2	T3	T2	T2	T3	T1	T3	T2	T1	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T2	T2	T1	T2	T3	T2
9	T3	T1	T2	T2	T3	T2	T2	T3	T1	T3	T2	T1	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T2	T2	T1	T2	T3	T2
10	T3	T1	T2	T2	T3	T2	T2	T3	T1	T3	T2	T1	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T2	T2	T1	T2	T3	T2
11	T1	T3	T1	T3	T2	T1	T3	T1	T2	T1	T1	T3	T3	T1	T3	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T1	T1
12	T1	T3	T1	T3	T2	T1	T3	T1	T2	T1	T1	T3	T3	T1	T3	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T1	T1
13	T1	T3	T1	T3	T2	T1	T3	T1	T2	T1	T1	T3	T3	T1	T3	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T1	T1
14	T1	T3	T1	T3	T2	T1	T3	T1	T2	T1	T1	T3	T3	T1	T3	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T1	T1
15	T1	T3	T1	T3	T2	T1	T3	T1	T2	T1	T1	T3	T3	T1	T3	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T3	T1	T1

Figure 1. Représentation schématique du dispositif expérimental du projet *Effets des tubes bleus sur la croissance, l'aoûttement et le gel hivernal sur quatre cépages de vigne en année d'implantation* (projet PSIH 08-01-902). Chaque carreau correspond à un pied de vigne. T1 = traitement témoin, sans tube bleu; T2 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés au mois d'août de la 1ère année (2008); T3 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés au mois de juin de la 2e année (2009).

Phénologie

La phénologie des plants de vigne a été observée du 29 avril au 30 juin 2010 à l'aide de l'échelle BBCH de Eichorn-Lorenz. Cette échelle accorde à un plant de vigne une note de 1 (plant dormant) à 38 (récolte à maturité) en fonction de son degré d'avancement physiologique.

Vigueur

En 2008, la vigueur a été déterminée en mesurant la longueur et le diamètre du sarment le plus long en début de saison et en fin de saison. En 2009, la longueur et le diamètre ont été mesurés sur les deux sarments les plus longs le 15 juillet.

La longueur a été mesurée de l'embranchement avec le pied de vigne jusqu'à l'extrémité du rameau. Le diamètre a été mesuré sur le rameau, à 1 pouce (2,54 cm) du pied de vigne.

Aoûtement

Les données d'aoûtement ont été mesurées à la mi-septembre 2008 et au 30 septembre 2009. Un sarment par pied de vigne a été mesuré. Sur ce sarment, la longueur du bois durcit a été mesuré à partir de l'embranchement avec le pied de vigne (vers l'extrémité du rameau).

Gel hivernal

Le gel hivernal sur les bourgeons a été déterminé au mois de juin 2009 sur les 4 bourgeons laissés après la taille.

Analyses statistiques

Les données ont été comparées pour chaque cépage séparément. L'*ANOVA* a été utilisé pour comparer les données de vigueur (hauteur et diamètre des sarments) et d'aoûtement. Pour chaque traitement d'un bloc, la donnée moyenne des mesures de chaque plant a été utilisée. Les données brutes ont été directement comparées lorsque les résidus étaient distribués normalement (selon le test de *Shapiro-Wilk*). Sinon, les tests étaient effectués sur des données transformées. S'il était possible d'obtenir des résidus distribués normalement, mais que la variance n'était pas égale (selon le test de *Brown-Forsythe*) le résultat du test de *Welch ANOVA* était utilisé. Lorsque nécessaire, les tests d'*ANOVA* étaient suivis de tests de *Tukey*.

La comparaison des stades phénologiques a été effectuée en mesurant les proportions à l'intérieur des traitements d'un bloc. Ces proportions (de 0 à 1) étaient transformées en appliquant une

arcsinus à la racine carré des données. L'ANOVA était ensuite appliquée, suivi, si nécessaires, d'un test de Tukey. Les données ont été analysées avec le logiciel JMP (SAS Institute 2001).

Résultats

Phénologie

La phénologie moyenne des différents cépages en fonction des différents traitements est présentée à la figure 2.

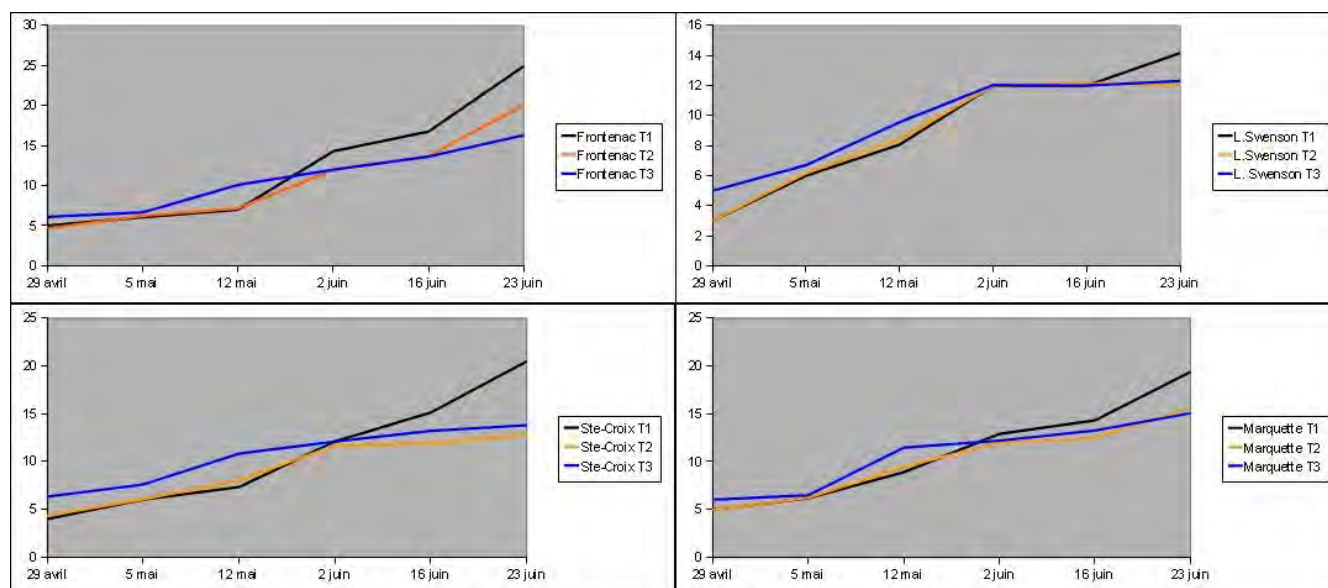


Figure 2. Stades phénologiques moyen des vignes mesurés au cours de la saison 2009 en fonction des cépages et des traitements. T1 = traitement témoin, sans tube bleu; T2 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés au mois d'août de la 1ère année (2008); T3 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés au mois de juin de la 2e année (2009).

A titre indicatif, les résultats concernant la phénologie ont été comparés statistiquement au 29 avril 2009 et au 12 mai 2009.

Au 29 avril, les stades phénologiques ont été regroupés en 2 catégories, soit *4 et moins* et *5 et plus* (Tableau 1). Puisque le stade 5 représente le débourrement, cette classification distingue les plants ayant débourré de ceux n'ayant pas débourré. Puisque tous les cépages comprennent des résultats de 0% ou 100%, aucune analyse statistique n'est présentée.

Au 12 mai, les stades phénologiques ont été regroupés en catégories *11 et moins* et *12 et plus* (Tableau 2). Le stade 12 est le dernier stade où la classification n'est pas établie à partir de critères se rapportant aux inflorescences. Les analyses n'ont pas été effectuées pour *Frontenac rouge*, *Louise-Swenson* et *Sainte-Croix* à cause de la présence d'une donnée de 0%. De manière générale, la tendance démontre une plus grande proportion de plants au stade 11+ dans le traitement T3. Pour le cépage Marquette, les résultats indiquent une proportion significativement supérieure de pour les plants du traitement T3.

Au 23 juin, la proportion de plants qui ont formé une inflorescence a été comparée à celle des plants qui ne l'ont pas fait (Tableau 3). Les résultats indiquent une différence entre les traitements pour les cépages *Marquette*, *Frontenac rouge* et *Sainte-Croix*. Les analyses n'ont pas été effectuées pour *Louise-Swenson* à cause de la présence d'une donnée de 0%. De manière générale, la tendance montre que la proportion de vignes ayant formé une inflorescence est supérieure dans le traitement T1 (témoin) que dans les autres traitements.

Tableau 1. Proportion des plants ayant atteint le stade phénologique 5 (29 avril 2009) en fonction des cépages et des traitements. T1 = traitement témoin; T2 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés la 1^{ère} année (2008); T3 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés la 2^e année (2009).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	100 %	100 %	0%	50,00 ± 22,36 %
T2	100 %	83,33 ± 16,67 %	0%	66,67 ± 21,08 %
T3	100 %	100%	100%	100%

Tableau 2. Proportion des plants ayant atteint le stade phénologique 12 (12 mai 2009) en fonction des cépages et des traitements. Pour un cépage, une lettre semblable indique l'absence de différence significative (*Tukey*: $P > 0,05$). T1 = traitement témoin; T2 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés la 1^{ère} année (2008); T3 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés la 2^e année (2009).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	16,67 ± 6,15 % (b)	6,67 ± 4,22 %	0 %	0 %
T2	26,67 ± 12,29 % (b)	0 %	6,67 ± 4,22 %	0 %
T3	86,67 ± 4,22 % (a)	43,33 ± 12,02 %	26,67 ± 4,22 %	63,33 ± 14,06 %

Tableau 3. Proportion des plants qui ont formé une inflorescence (23 juin 2009) en fonction des cépages et des traitements. Pour un cépage, une lettre semblable indique l'absence de différence significative (Tukey: $P > 0,05$). T1 = traitement témoin; T2 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés la 1ère année (2008); T3 = plants avec tubes bleus, lesquels ont été enlevés la 2e année (2009).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	78,83 ± 13,42 % (a)	93,33 ± 4,22 % (a)	30,00 ± 6,83 %	85,00 ± 8,06 % (a)
T2	40,00 ± 12,65 % (b)	69,17 ± 15,19 % (ab)	0%	23,33 ± 10,18 % (b)
T3	21,67 ± 8,33 % (b)	30,00 ± 13,42 % (b)	6,67 ± 4,22 %	21,17 ± 11,26 % (b)

Vigueur

En 2008, la longueur et le diamètre du sarment le plus long ont été mesurés une première fois en début de saison (juillet 2008) et une seconde fois en fin de saison (8 septembre 2008).

En 2008, le traitement a influencé la longueur de tous les cépages (Tableau 4 & 5). La longueur des sarments était généralement inférieure dans le traitement T1

Tableau 4. Longueur (cm) des sarments (début de saison 2008) en fonction des traitements et des cépages. Dans une colonne, une lettre semblable indique l'absence de différence significative ($P > 0,05$).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	45,71 ± 1,89 (b)	28,90 ± 2,47 (b)	24,83 ± 0,57 (b)	38,14 ± 1,87 (b)
T2	62,68 ± 3,17 (a)	54,17 ± 3,32 (a)	32,57 ± 1,52 (a)	56,70 ± 1,95 (a)
T3	63,10 ± 2,69 (a)	46,40 ± 4,54 (a)	31,78 ± 1,76 (a)	51,75 ± 4,55 (a)

Tableau 5. Longueur (cm) des sarments (fin de saison 2008) en fonction des traitements et des cépages. Dans une colonne, une lettre semblable indique l'absence de différence significative ($P > 0,05$).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	112,33 ± 7,91 (b)	117,97 ± 14,03 (a)	53,17 ± 3,60 (b)	123,60 ± 5,46 (b)
T2	159,17 ± 8,32 (a)	143,57 ± 12,65 (a)	88,33 ± 5,79 (a)	173,63 ± 5,53 (a)
T3	158,10 ± 8,51 (a)	156,00 ± 9,25 (a)	100,43 ± 6,19 (a)	179,33 ± 7,54 (a)

En 2008, l'impact des traitements sur le diamètre a varié en fonction des cépages (Tableau 6 & 7). Cependant, la tendance générale indiquait un diamètre supérieur dans le traitement T1.

Tableau 6. Diamètre (mm) des sarments mesurés en début de saison 2008 en fonction des traitements et des cépages. Dans une colonne, une lettre semblable indique l'absence de différence significative ($P > 0,05$).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	4,37 ± 0,09 (a)	4,36 ± 0,09 (a)	3,83 ± 0,11 (a)	4,74 ± 0,15 (a)
T2	3,94 ± 0,12 (b)	4,11 ± 0,10 (a)	3,60 ± 0,10 (a)	4,35 ± 0,05 (b)
T3	3,97 ± 0,11 (ab)	3,96 ± 0,11 (a)	3,64 ± 0,06 (a)	4,05 ± 0,07 (b)

Tableau 7. Diamètre (mm) des sarments mesurés en fin de saison 2008 en fonction des traitements et des cépages. Dans une colonne, une lettre semblable indique l'absence de différence significative ($P > 0,05$).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	6,71 ± 0,20 (a)	6,46 ± 0,21 (a)	3,99 ± 0,18 (a)	6,17 ± 0,21 (a)
T2	5,86 ± 0,27 (b)	5,50 ± 0,19 (b)	3,33 ± 0,08 (b)	5,33 ± 0,20 (a)
T3	5,64 ± 0,12 (b)	5,35 ± 0,24 (b)	3,72 ± 0,20 (ab)	5,74 ± 0,30 (a)

En 2009, la longueur et le diamètre ont été mesurés sur les deux sarments les plus longs au 15 juillet. La moyenne de ces mesures a été calculée pour chaque plant. Pour la longueur, les résultats indiquent que le traitement n'a pas eu d'impact sur les cépages *Marquette* et *Frontenac rouge* et *Louise-Swenson* (Tableau 8). La longueur des sarment du traitement T2 était inférieure au traitement T3 pour *Sainte-Croix*.

Tableau 8. Longueur (m) des sarments mesurés en juillet 2009 en fonction des traitements et des cépages. Dans une colonne, une lettre semblable indique l'absence de différence significative ($P > 0,05$).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	1,88 ± 0,09 (a)	2,10 ± 0,07 (a)	1,40 ± 0,11 (a)	1,84 ± 0,08 (ab)
T2	1,92 ± 0,03 (a)	1,87 ± 0,05 (a)	1,12 ± 0,07 (a)	1,67 ± 0,06 (b)
T3	2,02 ± 0,06 (a)	1,94 ± 0,06 (a)	1,35 ± 0,10 (a)	1,99 ± 0,10 (a)

En ce qui concerne le diamètre, le traitement n'a pas d'impact sur les cépages *Marquette* et *Sainte-Croix* (Tableau 9). Le diamètre est par contre plus grand dans le traitement T1 que dans les deux autres traitements pour le cépage *Frontenac rouge*. Aussi, le diamètre est plus grand dans le traitement T1 que dans le traitement T2 pour le cépage *Louise-Swenson*.

Tableau 9. Diamètre (mm) des sarments mesurés en juillet 2009 en fonction des traitements et des cépages. Dans une colonne, une lettre semblable indique l'absence de différence significative ($P > 0,05$).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	8,72 ± 0,23 (a)	9,57 ± 0,23 (a)	6,53 ± 0,19 (a)	8,91 ± 0,23 (a)
T2	8,91 ± 0,11 (a)	8,79 ± 0,13 (b)	5,92 ± 0,09 (b)	8,27 ± 0,13 (a)
T3	8,84 ± 0,26 (a)	8,73 ± 0,13 (b)	6,20 ± 0,20 (ab)	8,87 ± 0,23 (a)

Aoûtéme

En 2008, les mesures ont été prises sur les traitements T1 et T2. Les résultats n'indiquent pas de différence pour les cépages *Marquette*, *Sainte-Croix*, *Louise-Swenson* et *Frontenac* (Tableau 10; $P > 0,05$).

Tableau 10. Longueur de la partie aoûtée (cm) des sarments mesurés à la mi-septembre 2008 en fonction des traitements et des cépages. Dans une colonne, une lettre semblable indique l'absence de différence significative (Tukey: $P > 0,05$).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	27,41 ± 2,78 (a)	12,40 ± 0,32 (a)	14,60 ± 2,50 (a)	32,40 ± 2,55 (a)
T2	21,13 ± 2,93 (a)	11,80 ± 0,74 (a)	11,33 ± 1,51 (a)	38,23 ± 3,90 (a)

En 2009, les mesures ont été prises sur les trois traitements (Tableau 11). Les résultats indiquent qu'il n'y a pas de différence entre les traitements pour tous les cépages ($P > 0,05$).

Tableau 11. Longueur de la partie aoûtée (cm) des sarments mesurés au 30 septembre 2009 en fonction des traitements et des cépages. Dans une colonne, une lettre semblable indique l'absence de différence significative ($P < 0,05$).

	<i>Marquette</i>	<i>Frontenac rouge</i>	<i>Louise-Swenson</i>	<i>Sainte-Croix</i>
T1	130,80 ± 10,60 (a)	133,87 ± 7,73 (a)	140,83 ± 12,10 (a)	217,17 ± 14,72 (a)
T2	125,83 ± 9,47 (a)	135,10 ± 7,35 (a)	115,97 ± 7,94 (a)	201,10 ± 11,51 (a)
T3	134,07 ± 10,29 (a)	131,27 ± 8,80 (a)	143,97 ± 5,42 (a)	218,90 ± 15,76 (a)

Gel hivernal

Les mesures concernant le gel hivernal n'ont pas été prises puisque la très grande majorité des bourgeons semblaient avoir survécus à l'hiver (tous les cépages étudiés sont des cépages rustiques résistant bien aux conditions hivernales du Québec). Aucune comparaison entre les traitements ou entre les cépages n'aurait donc pu être établie.

Discussion

Les résultats présentés dans ce rapport indiquent que les tubes bleus ont un impact significatif sur les quatre cépages rustiques considérés dans cette étude. De manière générale, la phénologie des vignes est devancée en présence de tubes bleus. Un des points important concerne la tendance au débourrement plus hâtif des bourgeons observé en présence de tubes bleus (traitements T3) chez les cépages *Louise-Swenson* et *Sainte-Croix*. Puisque le débourrement hâtif peut augmenter la susceptibilité au gel printanier, les viticulteurs ayant recours aux tubes bleus devraient être particulièrement attentifs à ce phénomène (la mortalité des bourgeons par les gels printanier est couramment observée au Québec).

Aussi, cet essai indique une tendance à la diminution de la proportion de plants ayant formé une inflorescence en présence de tubes bleus. Cet effet a même été observé au cours de l'année suivant le retrait des tubes du traitement T2 pour les cépages *Marquette* et *Sainte-Croix*. La raison expliquant ce phénomène n'a cependant pas pu être déterminée. Ces résultats soulignent néanmoins aux viticulteurs qui utilisent des tubes bleus qu'ils devraient porter une attention particulière à cet effet potentiel.

Tel que prédit par la théorie, les résultats indiquent aussi qu'au cours de la première année d'implantation, la présence de tubes bleus favorise généralement la croissance en longueur des sarments. Cependant, il y a une tendance pour une plus petit diamètre des sarments en présence de tubes bleus chez certains cépages en fin de saison.

Au cours de la deuxième année, les résultats démontrent un effet plus complexe des tubes bleus. La longueur des sarments est similaire entre les traitement des cépages *Marquette*, *Frontenac rouge* et

Louise-Swenson et le diamètre des sarments est similaire entre les traitements des cépages *Marquette* et *Sainte-Croix*. Les effets varient chez les autres cépages, mais la tendance est pour une longueur plus courte dans le traitement T2 est un plus gros diamètre dans le traitement T1.

En ce qui concerne l'aoûtement, les tubes bleus n'ont pas démontré d'impact significatif. Il est à noter que les mesures d'aoûtement présentées dans cet essai ne tiennent pas compte de la longueur totale des rameaux. Afin d'être plus exactes, les mesures concernant l'aoûtement devraient aussi prendre en considération le pourcentage d'aoûtement des rameaux (i.e. la proportion de la longueur de la partie aoûtée par rapport à la longueur totale du rameau).

Bien qu'aucune mesure ne soit présentée dans ce rapport, il a été observé que les plants du traitement témoin (T1) avaient tendance à avoir beaucoup plus de sarments (6 à 8 sarments, principalement des repousses latérales) que les plants qui ont poussé en présence de tubes bleus, où il y avait dominance apicale et étiolement (Larbi Zarouala, *observation personnelle*).

Différents paramètres, non mesurés dans cette étude, sont également à prendre en considération pour l'utilisation potentielle des tubes bleus en année d'implantation. Premièrement, il est possible que les tubes bleus protègent les pieds de vigne contre la dérive des herbicides, ce qui pourrait faciliter la lutte aux mauvaises herbes. Cependant, les mauvaises herbes peuvent également pousser à l'intérieur des tubes ce qui implique que les tubes bleus devraient être enlevés périodiquement afin de procéder au désherbage.

Aussi, au cours de cet essai, il ne semblait pas y avoir de différences de pression par les maladies fongiques ou par les altises entre les différents traitements. Cependant, deux années d'observation ne sont pas suffisantes pour déterminer l'impact des tubes bleus sur les maladies fongiques et les ravageurs.

Finalement, cette étude a permis de prendre des données comparatives entre quatre cépages couramment cultivés au Québec. Globalement, les résultats confirment que le cépage *Louise-Swenson*

est significativement moins vigoureux que les autres cépages présentés dans cette étude, du moins au cours de ces deux premières années de croissance.

Conclusion

Bien qu'il soit impossible de généraliser sur le bien fondé ou non de l'utilisation de tubes bleus au Québec (cette étude n'a été effectuée que sur deux années, en un seul site et sur seulement quatre cépages), les résultats obtenus soulignent cependant différents points auxquels les viticulteurs qui ont recours à l'utilisation de tubes bleus devraient être attentifs, notamment, le devancement potentiel du débourrement, l'inhibition de l'inflorescence et le ralentissement de l'aoûtement chez certains cépages.

Remerciements

Ce projet a été réalisé grâce à un appui financier du *Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec* (MAPAQ), dans le cadre du *Programme de soutien à l'innovation horticole* (PSIH). Ce projet a été réalisé grâce à la participation active du personnel du CRAM, notamment Stefano Campagnaro. Le CRAM tient à remercier tout particulièrement les agronomes (Larbi Zerouala, Daniel Lalonde), les techniciens (Daniel Turmel, Martine Gagnier, Andre Boucher) et les étudiants (Natasha Partenais-Debinski, Frédéric Poirier) du MAPAQ qui ont contribué à ce projet. Le CRAM remercie aussi Mr Shahrokh Khanizadeh, Ph.D., (*Agriculture et Agroalimentaire Canada*) pour sa précieuse collaboration. Le CRAM est supporté par des subventions de la *Conférence régionale des élus des Laurentides* et du *Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec* (MAPAQ).

Références bibliographiques

Chée, R. 1986. In vitro culture of *Vitis*: the effects of light spectrum, manganese sulfate and potassium iodide on morphogenesis. *Pant Cell, Tissue and Organ Culture* 7: 121-134.

Due, G. 1990. The use of polypropylene shelters in grapevine establishment – a preliminary trial. *Australian Grapegrower and Winemaker*. June: 29-33.

Fankhauser, C. & Chory, J. 1997. Light control of plant development. *Annual Review of Cell and Developmental Biology* 13: 203–229.

Hall, T.W. & Mahaffee, W.F. 2001. Impact of vine shelter use on development of grape powdery mildew. *American Journal of Enology and Viticulture* 52: 204-209.

Lin, C. 2000. Plant blue-light receptors. *Trends in Plant Science* 5: 337-342.

Plocher, T. & Parke, R.J. 2008. *Northern Winework; growing grapes and making wine in cold climates*. 2nd edition. Northern Winework Inc, Hugo, Minnesota, USA.

SAS INSTITUTE 2001: *JMP IN®*, Version 4. *Start Statistics: a Guide to Statistics and Data Analyses Using JMP® and JMP IN® Software*. Duxbury, Pacific Grove, California, 656 pp.