



Effet de trois systèmes de conduite sur les gels, la maturité et le rendement de quatre cépages rustiques.

Projet 2010-2012

Rapport final

PROJET : PSIH10-1-348

Présenté au

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

dans le cadre du

Programme de soutien à l'innovation horticole

Par

Caroline Provost, Ph. D., directrice et chercheure
Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel (CRAM)

et

Larbi Zerouala, agr.
MAPAQ, Blainville

Le 31 janvier 2012

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	2
Objectifs.....	3
Dispositif expérimental.....	3
Protocole.....	3
Résultats	6
Discussion.....	22
Remerciements.....	24
Références.....	24
Activités de diffusion.....	26
Annexe A.....	27
Annexe B.....	29
Annexe C.....	31
Annexe D.....	33
Annexe E.....	34

INTRODUCTION

En viticulture, il existe différentes façons de conduire les vignes. Le type de système de conduite choisi peut affecter la croissance d'une vigne de plusieurs façons et rempli plusieurs objectifs : 1) le tronc et le(s) cordons peuvent être disposés de façon à maximiser l'exposition à la lumière de la surface foliaire afin d'augmenter le rendement potentiel; 2) une taille appropriée assure un renouvellement des parties productives, laquelle permet de perpétuer la forme de la vigne et de maintenir le rendement; 3) la taille en vert d'été permet de limiter la croissance végétative et de favoriser l'aoûtement afin de réduire le risque de dommages dus au gel hivernal. Le système de conduite idéal est donc celui qui remplit tous ces objectifs adéquatement, tout en respectant les limites imposées par le site du vignoble et le cépage.

En influençant la qualité des fruits, le choix d'un système de conduite peut directement influencer la qualité du vin. Plusieurs études effectuées en Amérique du Nord et au nord de l'Europe rapportent que le choix d'un système de conduite peut avoir un effet sur le taux de sucre, le pH et l'acidité des baies (Reynolds et Vanden Heuvel 2009). Cependant, aucune étude n'avait été menée au Québec sur les systèmes de taille adaptés aux cépages rustiques cultivés au Québec.

Le choix d'un système de conduite peut aussi avoir un effet sur l'incidence des maladies fongiques et sur l'aoûtement. Naturellement, une canopée plus ouverte (où l'air et la lumière pénètrent mieux le feuillage) devrait réduire la durée du mouillage du feuillage et ainsi, diminuer l'incidence des maladies (Reynolds et Vanden Heuvel 2009). Aussi, peu d'études ont quantifié l'effet du système de conduite sur la survie des bourgeons. Les études qui se sont penchées sur ce lien rapportent un impact important du mode de conduite, particulièrement lorsque les sarments sont positionnés de façon opposée à leurs habitudes de croissance naturelle. Enfin, l'impact d'un système de taille sur l'aoûtement est généralement attribuable à la pénétration de la lumière à l'intérieur de la canopée, laquelle favorise la bonne formation du périderme et une bonne accumulation des glucides (Reynolds et Vanden Heuvel 2009).

Le système de conduite Cordon Royat est largement utilisé dans plusieurs régions viticoles. Ce système restreint la zone fruitière et la zone de renouvellement des coursons à une petite zone verticale le long d'un seul câble fruitier. Les vignes vigoureuses peuvent devenir densément ombragées sur ce câble (Zabadal *et al.* 2009). Ce système a donc mené aux premiers essais d'effeuillage (Bledsoe *et al.* 1988). Un effeuillage excessif peut cependant promouvoir les dommages de gel hivernal. La difficulté d'atteindre un compromis entre les techniques pour réduire l'ombrage et l'effeuillage peut ainsi affecter la qualité des fruits et la rusticité des bourgeons retenus lors de la taille des sarments (Pool et Lerch 2003). Le système de conduite Top Wire Cordon (TWC) est utilisé pour plusieurs cépages au Minnesota. Dans ce système, le fait que la zone de renouvellement soit située en hauteur diminue les risques de gel des bourgeons s'y trouvant (lors des périodes de gel surtout printanier, les températures les plus basses se trouvent à la surface du sol ou près de la couverture de neige). Cependant, avec un système TWC, la structure allongée du tronc et du cordon expose davantage ces structures au gel hivernal. Puisque le système de conduite retenu détermine la conduite d'un vignoble sur plusieurs années, ce dernier devrait être choisi préalablement à l'implantation d'un vignoble.

OBJECTIFS

L'objectif de ce projet est d'évaluer les effets de trois systèmes de conduite différents sur le développement de la vigne, le rendement, la quantité et la qualité des fruits, les maladies fongiques ainsi que les dommages reliés au gel hivernal et printanier, pour quatre importants cépages rustiques cultivés au Québec (St-Croix, Marquette, Louise Swenson et Frontenac).

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le vignoble expérimental du CRAM est établi à l'Abbaye d'Oka, (Oka, Québec, Canada), dans les Laurentides. Afin d'évaluer l'effet de trois modes de conduite de la vigne sur différents paramètres, la vigne a subi une taille de formation au printemps 2010 permettant de mener la vigne pour trois modes de conduite différents, soit : 1) le Top Wire Cordon à 60" ; 2) Cordon Royat (VSP) à 30" ; et 3) Cordon Royat à 18" (annexe A à C). Le mode de conduite de la vigne a été assigné aléatoirement à un rang de vigne pour chacun des cépages (Annexe D), il y a deux répétitions pour chacun des traitements. Les trois modes de conduites ont été évalués pour quatre cépages rustiques de vigueur différentes : St-Croix (vigueur moyenne), Marquette (vigueur élevée), Louise Swenson (vigueur faible) et Frontenac (vigueur élevée). L'espacement entre les rangs est de 2.44 m et de 1.5 m entre les plants, le même pour les trois traitements.

Afin d'évaluer l'effet des différents modes de conduite de la vigne sur les paramètres observés, les quatre cépages ont été analysés individuellement. Les résultats ont été analysés à l'aide d'analyses de variance ou de tests de Wilcoxon dans les cas où les données ne correspondaient pas à une distribution normale, ainsi qu'avec des tables de contingence (stades phénologiques) (SAS Institute 2007).

PROTOCOLE

Évaluation des dommages dus aux gels hivernaux et printaniers

Afin d'évaluer les dommages causés par les gels hivernaux, aux printemps 2010 et 2011 treize plants par répétition (deux) ont été observés, deux sarments par plant, pour un total de 52 coursons par traitement. Pour chaque sarment observé, les 6 premiers bourgeons ont été évalués et le nombre de bourgeons débouffés et non débouffés a été compté, présumant que les bourgeons non débouffés étaient des dommages de gel hivernal.

Un gel printanier important a eu lieu en 2010 seulement, après la taille de formation. La température a diminué à -3,0 et -1,2°C le 11 et 12 mai respectivement. Sept plants par répétition par traitement ont été observés. Sur ces plants, tous les bourgeons ayant débouffé avant le gel ont été évalués et classés en deux catégories soit bourgeon mort ou vivant. L'évaluation des dommages a eu lieu le 13 mai 2010.

Suivi des stades phénologiques

Les stades phénologiques ont été évalués une fois par semaine à l'aide de l'échelle BBCH (Baillod et Baggiolini, 1993; Bloesch et Viret, 2008), du début avril à octobre pour les deux années. Le stade de développement a été établi pour sept plants par répétition par traitement.

Évaluation du poids des baies

Les échantillons ont été pris le 4 octobre 2010 et le 3 octobre 2011. Les baies ont été échantillonnées par groupe de trois ou quatre baies, pour 200 à 300 baies par cépage. Les grappes et l'emplacement où les baies étaient prises sur la grappe ont été choisis aléatoirement. Un soin particulier a été apporté pour que les baies soient échantillonnées aléatoirement sur le bas, le haut et les différents côtés de la grappe, ainsi que sur le côté est et ouest du rang. Une centaine de baies étaient ensuite pesées individuellement en laboratoire.

Évaluation du poids des grappes

Le poids des grappes a été établi pour sept à huit plants par répétition lors de la récolte le 4, 5 et 7 octobre 2010 et 30 septembre, 5 et 7 octobre 2011. Ces plants n'avaient subi aucun échantillonnage de baies auparavant. Toutes les grappes se trouvant sur les plants ont été pesées individuellement sur le terrain.

Analyse des critères de maturité sur les moûts

Les échantillons de baies ont été pris à cinq reprises de la mi-août au début octobre (17, 25 août, 1, 8 et 16 septembre, 4 octobre 2010; 23, 30 août, 6, 13 et 26 septembre 2011). Les échantillons ont été pris sur les mêmes quatre à cinq plants à toutes les dates. Les grappes et l'emplacement où les baies étaient prises sur la grappe ont été choisis aléatoirement. Un soin particulier a été apporté pour que les baies soient échantillonnées aléatoirement sur le bas, le haut et les différents côtés de la grappe, ainsi que sur le côté est et ouest du rang. Environ 200 baies par répétition (deux), par traitement (trois) et par cépage (quatre) ont été échantillonnées. Les baies pour une répétition étaient ensuite pressées et le jus analysé en laboratoire. Il en résultait un échantillon de moût par répétition (deux), par traitement (trois) et par cépage (quatre). L'acidité totale a été mesurée à l'aide d'un titrateur pour le vin (modèle HI 84102), le taux de Brix à l'aide d'un réfractomètre numérique pour le moût de raisin (modèle HI96811) et le pH avec un pH-mètre (modèle HI9124), tous de marque Hanna. Les acidités totales exprimées dans ce document le sont en grammes/litre équivalent d'acide tartrique.

Évaluation du rendement en raisin

La récolte du raisin a eu lieu le 4, 5 et 7 octobre 2010 et 30 septembre, 5 et 7 octobre 2011. Le poids total des grappes de sept à huit plants par répétition a été déterminé. Ces plants n'avaient subi aucun échantillonnage de baies auparavant. Toutes les grappes se trouvant sur les plants ont été pesées individuellement sur le terrain. Les poids de toutes les grappes pour le même plant ont été ensuite additionnés pour donner un rendement par plant.

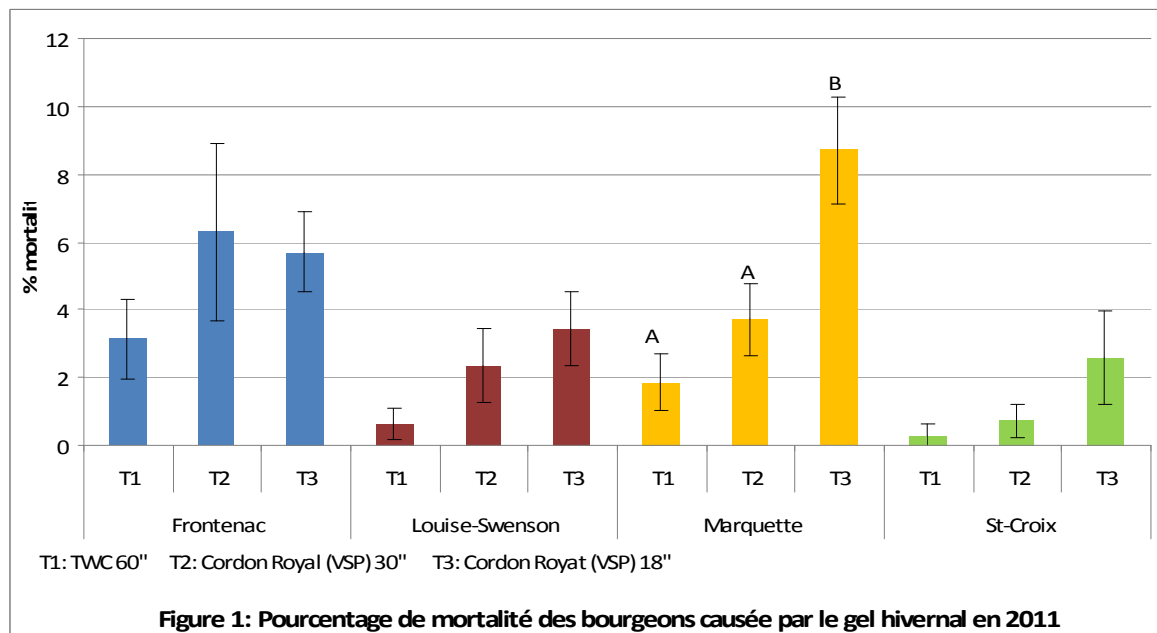
Évaluation des maladies fongiques

Les parcelles de vigne utilisées dans le cadre de ce projet sont âgées de 4 ans. Comme elles sont encore jeunes, il y a eu très peu de maladies fongiques. Ainsi, lors des deux années d'échantillonnage, aucune donnée relative aux maladies fongiques n'a pu être noté.

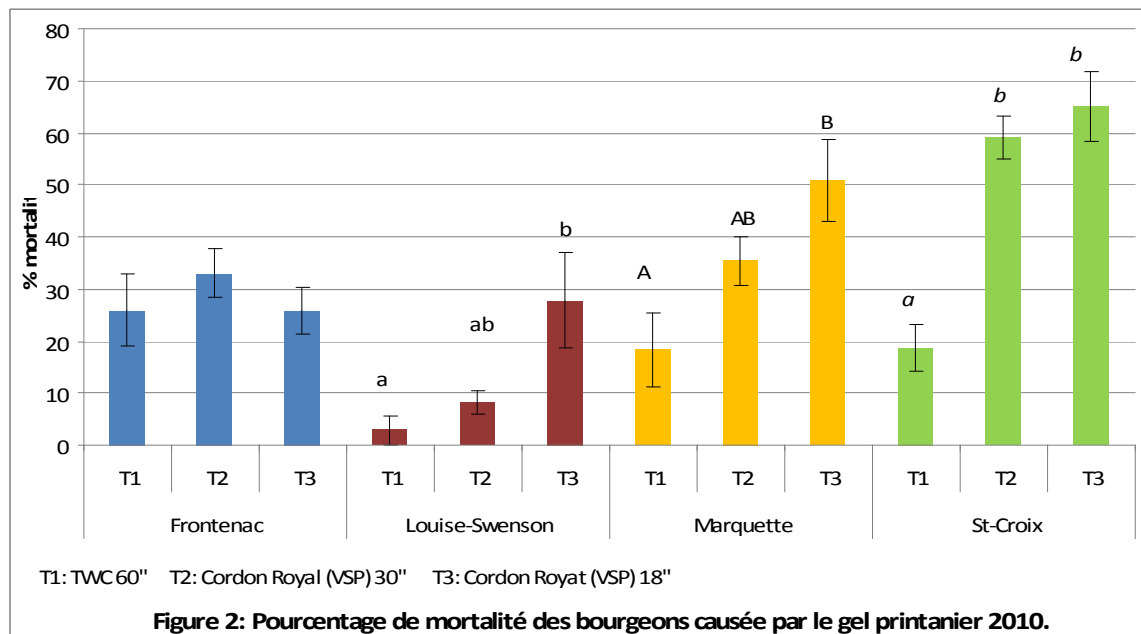
RÉSULTATS

Évaluation des dommages dus aux gels hivernaux et printanier

La mortalité des bourgeons causée par les gels hivernaux a tendance à être légèrement plus importante avec l'abaissement de la hauteur du fil fruitier (fig. 1). En effet, on observe, pour les quatre cépages, peu de mortalité pour les vignes étant conduites sur un fil TWC 60" suivi du Cordon Royal (VSP) 30" puis du Cordon Royal (VSP) 18". Cependant, une différence significative est observée seulement pour le cépage Marquette (Wilcoxon, $\chi^2 = 17,1892$, DF 2, prob $\chi^2 = 0,0002$). Ainsi, il semble que plus le cordon est élevé, moins il y a de risque de dommages causés par les gels hivernaux.

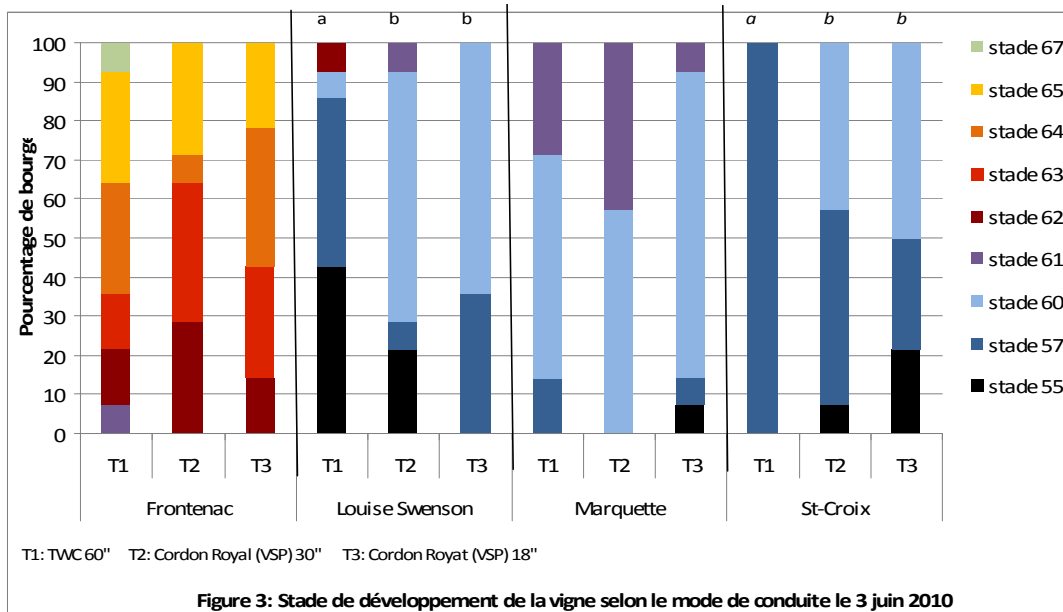


Le taux de mortalité des bourgeons dû au gel printanier est significativement inférieur pour les vignes sur le TWC 60" comparativement au Cordon Royal (VSP) 18" pour les cépages Louise-Swenson (Wilcoxon, $\chi^2 = 12,6442$, DF 2, prob $\chi^2 = 0,0018$) et Marquette (Wilcoxon, $\chi^2 = 12,3842$, DF 2, prob $\chi^2 = 0,0020$). Chez le St-Croix, les dommages pour la vigne en conduite haute sont significativement inférieurs à ceux des vignes sur les conduites Cordon Royal (VSP) 30" et 18" (Wilcoxon, $\chi^2 = 21,9499$, DF 2, prob $\chi^2 < 0,0001$). Aucune différence significative n'est notée chez le Frontenac (Wilcoxon, $\chi^2 = 1,9359$, DF 2, prob $\chi^2 = 0,3799$). Ainsi le TWC 60" a significativement diminué les dommages de gel printanier chez trois cépages sur quatre (fig. 2).



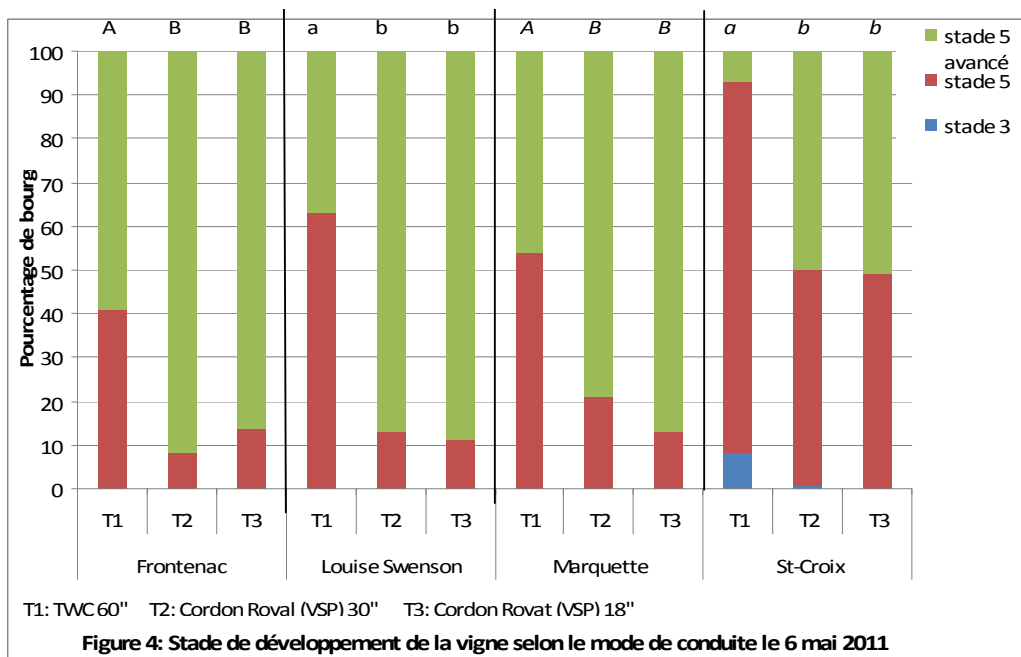
Suivi des stades phénologiques

Le développement de la vigne est influencé par le mode de conduite. En 2010, le débourrement a eu lieu un peu avant la taille de formation, donc aucune donnée ne peut être considérée pour les premiers stades de développement. Toutefois avec l'avancement de la saison, on observe qu'en juin et juillet, le développement est significativement plus lent pour le TWC 60" que pour les deux Cordon Royal (VSP), et ce pour les cépages St-Croix (table de contingence, prob $\chi^2 < 0,0011$) et Louise Swenson (table de contingence, prob $\chi^2 < 0,0003$) (fig. 3). En 2011, on observe un développement significativement plus rapide des vignes en début de saison, de mai à juin (fig. 4-5-6), lorsqu'elles sont conduites sur du Cordon Royal (VSP) 30" et 18", ces résultats sont significatifs pour les quatre cépages (table de contingence, prob $\chi^2 < 0,001$). Cependant, pour les deux années d'observation, la tendance se renverse vers la fin de la saison (mi-août) (fig. 7-8), la maturation des baies est plus rapide pour les vignes conduites sur un TWC 60" que sur les Cordon Royal (VSP) 30" et 18", cette différence est significative pour les cépages Frontenac et St-Croix en 2010 et 2011, ainsi que le Marquette en 2010 (table de contingence, prob $\chi^2 < 0,05$).



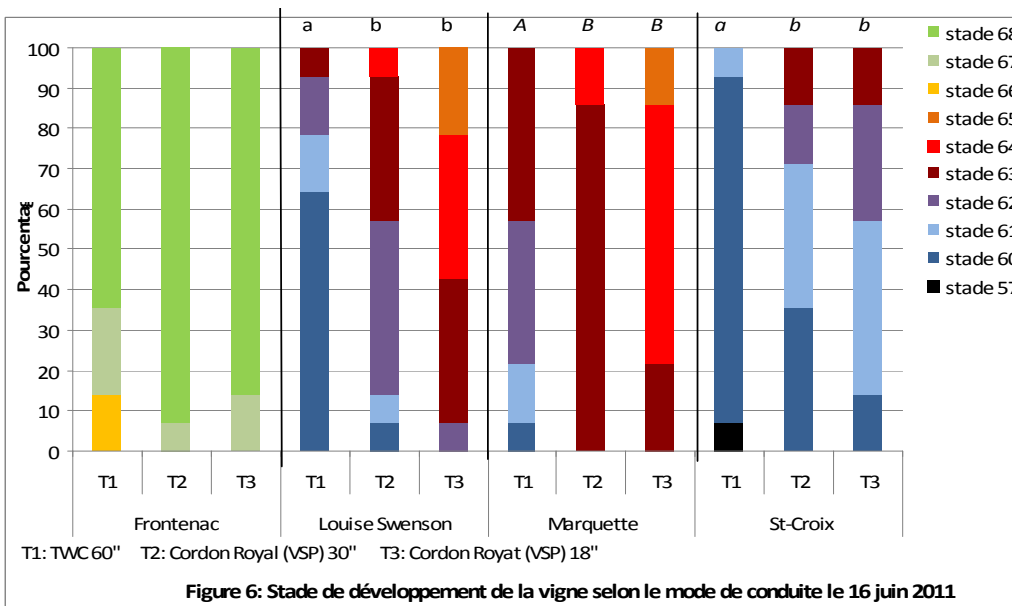
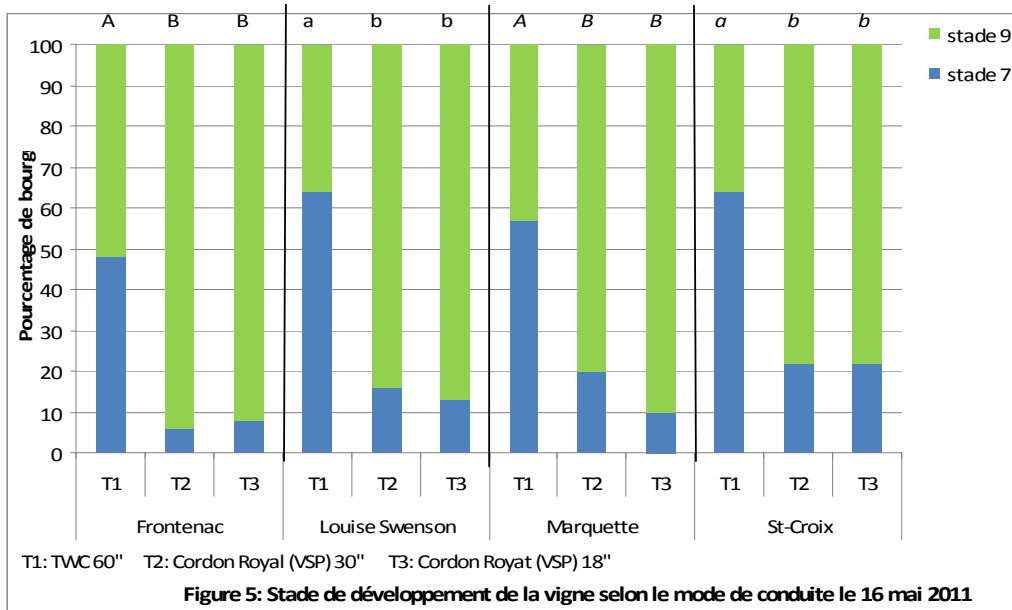
T1: TWC 60" T2: Cordon Royal (VSP) 30" T3: Cordon Royal (VSP) 18"

Figure 3: Stade de développement de la vigne selon le mode de conduite le 3 juin 2010



T1: TWC 60" T2: Cordon Royal (VSP) 30" T3: Cordon Royal (VSP) 18"

Figure 4: Stade de développement de la vigne selon le mode de conduite le 6 mai 2011



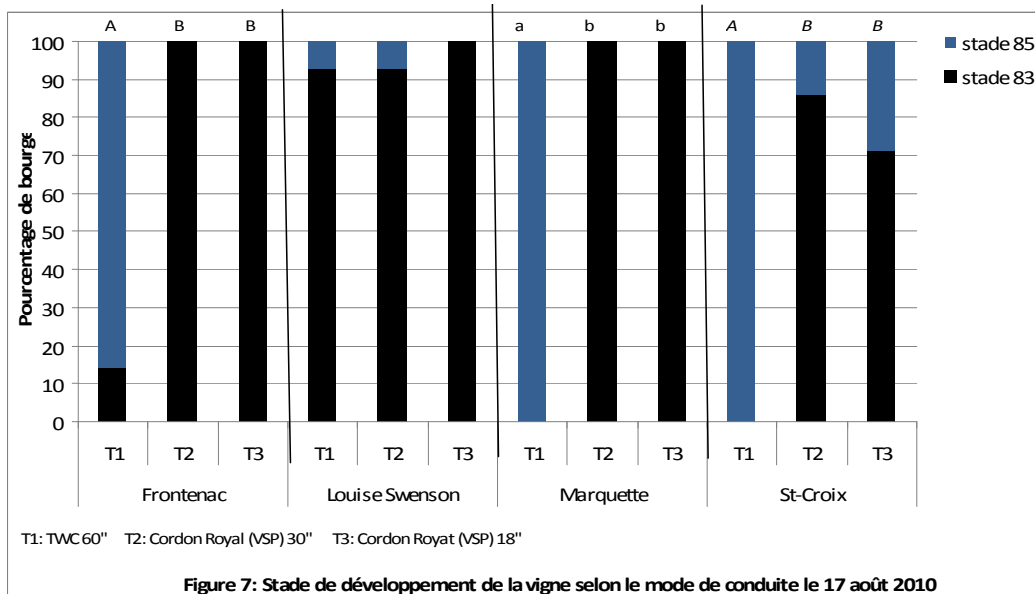


Figure 7: Stade de développement de la vigne selon le mode de conduite le 17 août 2010

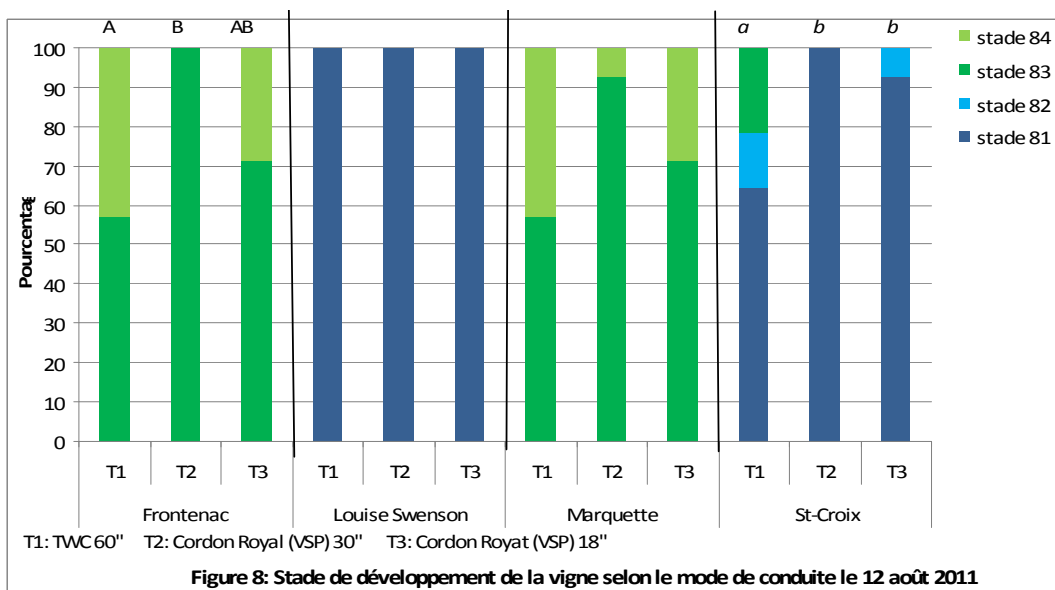
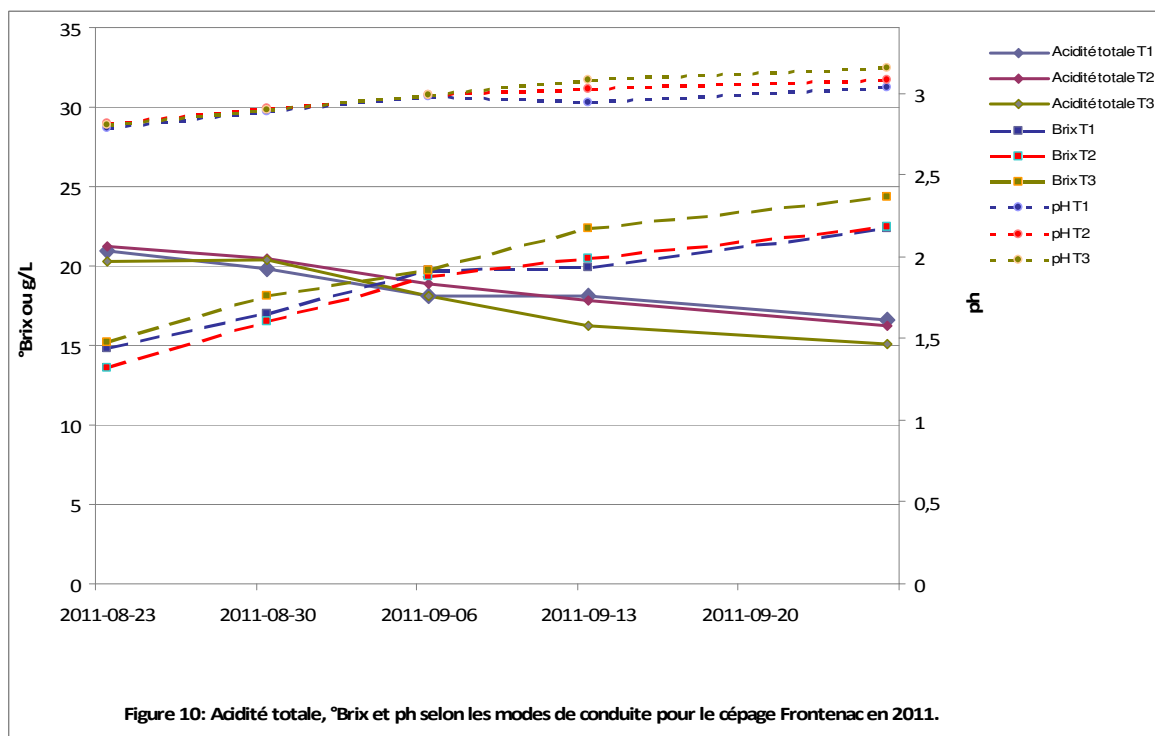
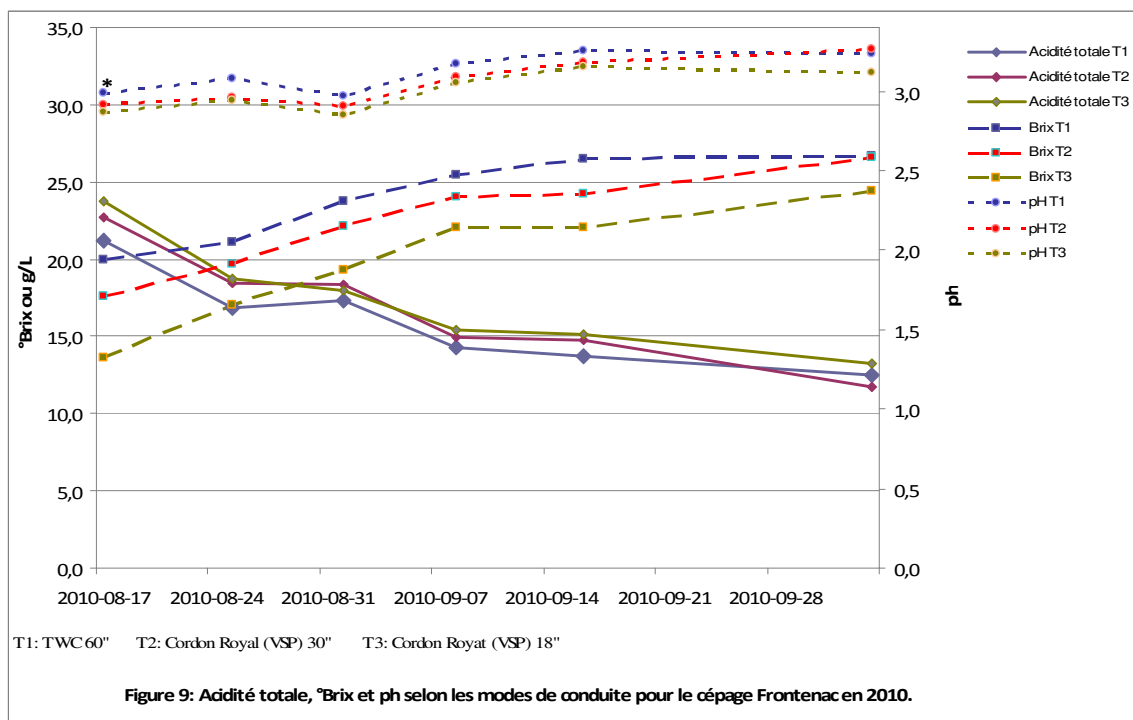


Figure 8: Stade de développement de la vigne selon le mode de conduite le 12 août 2011

Analyse des critères de maturité sur les moûts

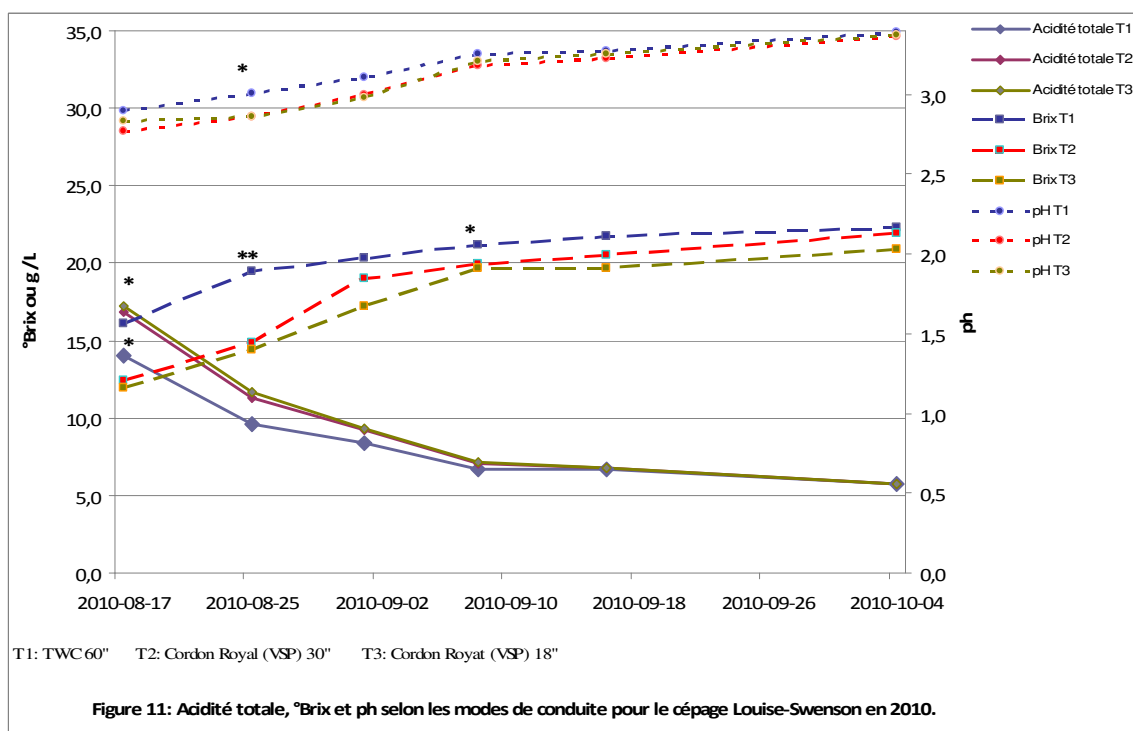
Frontenac

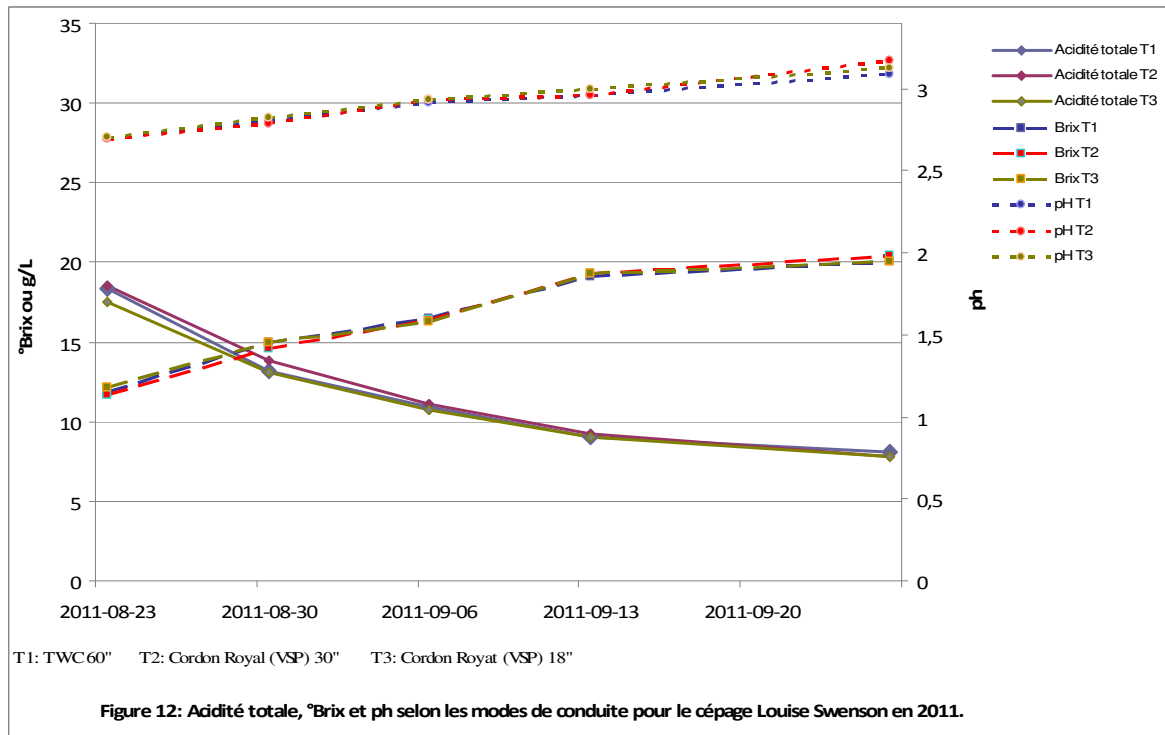
En 2010 et 2011, aucune différence significative n'est observée entre les traitements pour les mesures d'acidité totale et les taux de Brix pour le cépage Frontenac (2010 : ANOVA, prob $F > 0,05$; 2011 : Wilcoxon, prob $\chi^2 > 0,05$) (fig. 9, 10). En 2010, le pH du raisin de la vigne conduite sur un TWC 60" est supérieur significativement à celui du raisin conduit sur les deux Cordon Royal le 17 août seulement (ANOVA, $F = 22,4000$, $DF_{2,5}$, prob $F = 0,0157$) (fig. 9). En 2011, les modes de conduite n'ont eu aucun effet au niveau du pH (fig. 10).



Louise Swenson

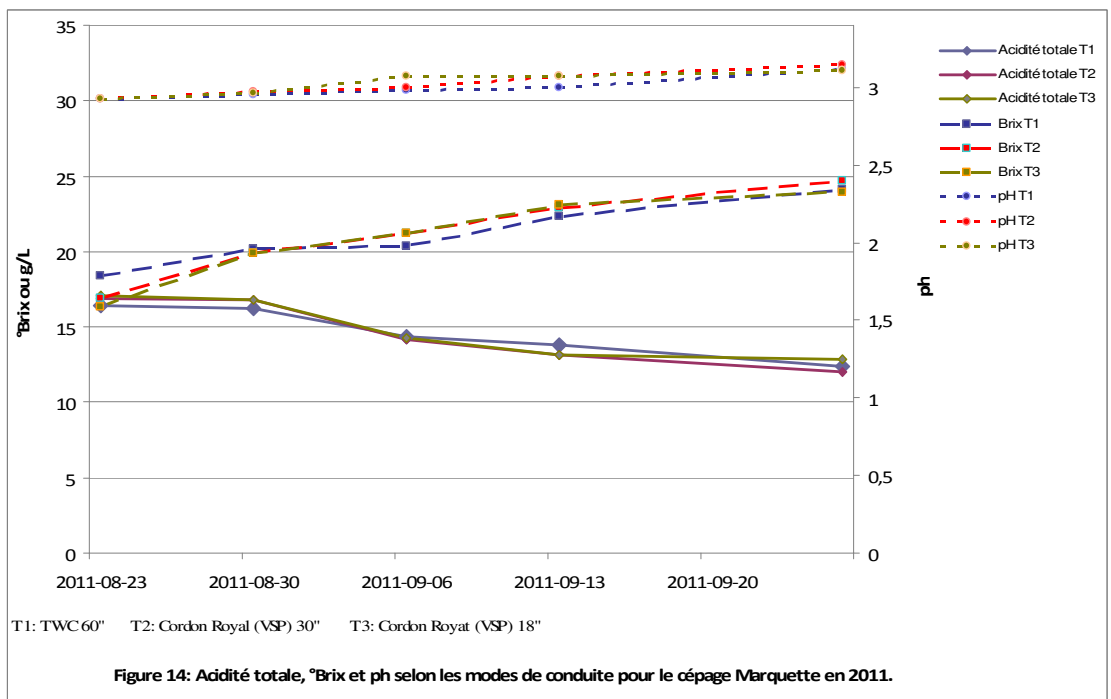
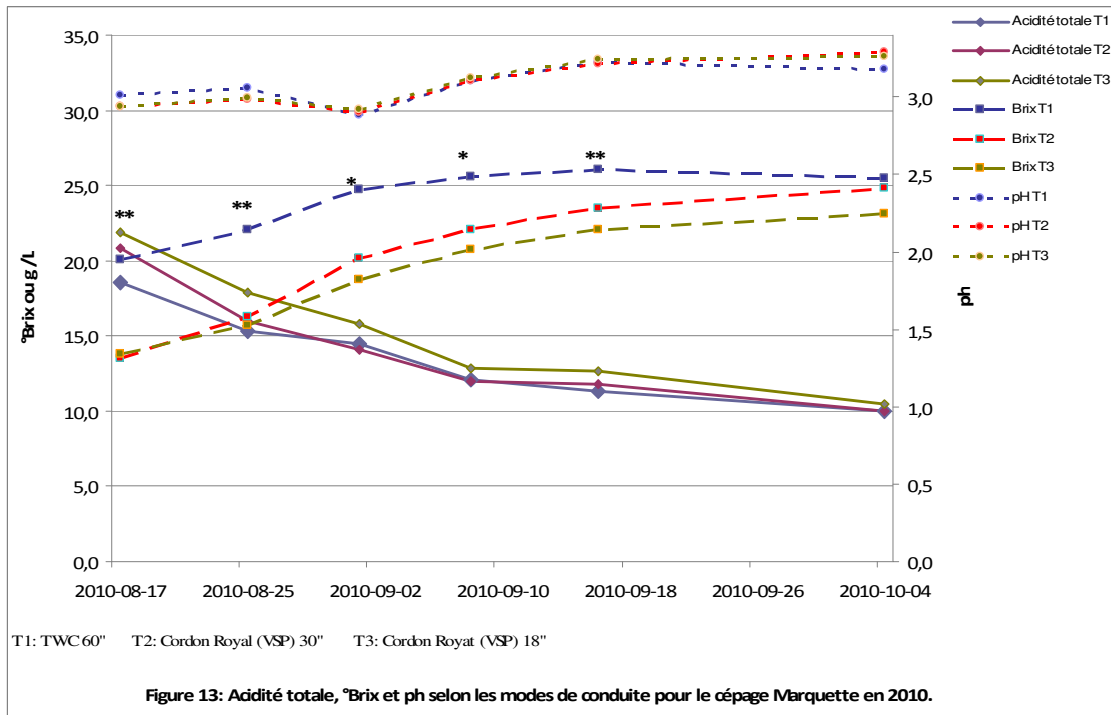
En 2010, le taux de Brix pour le mode de conduite TWC 60" est significativement supérieur comparé à ceux observés pour le Cordon Royat 30" et 18" pour trois dates soit le 17, 25 août 2010 et le 8 septembre 2010 (ANOVA, prob $F < 0,050$) (fig. 11). En 2011, l'acidité totale et les taux de Brix sont similaires pour les trois modes de conduite (Wilcoxon, prob $\chi^2 > 0,05$) (fig. 12). En 2010, le pH des baies pour la conduite TWC 60" est supérieur significativement à ceux sur Cordon Royat 30" et 18" le 25 août 2010 uniquement (ANOVA, prob $F < 0,050$) (fig. 11). En 2011, aucune différence n'est notée pour le pH selon les trois modes de conduite (fig. 12).





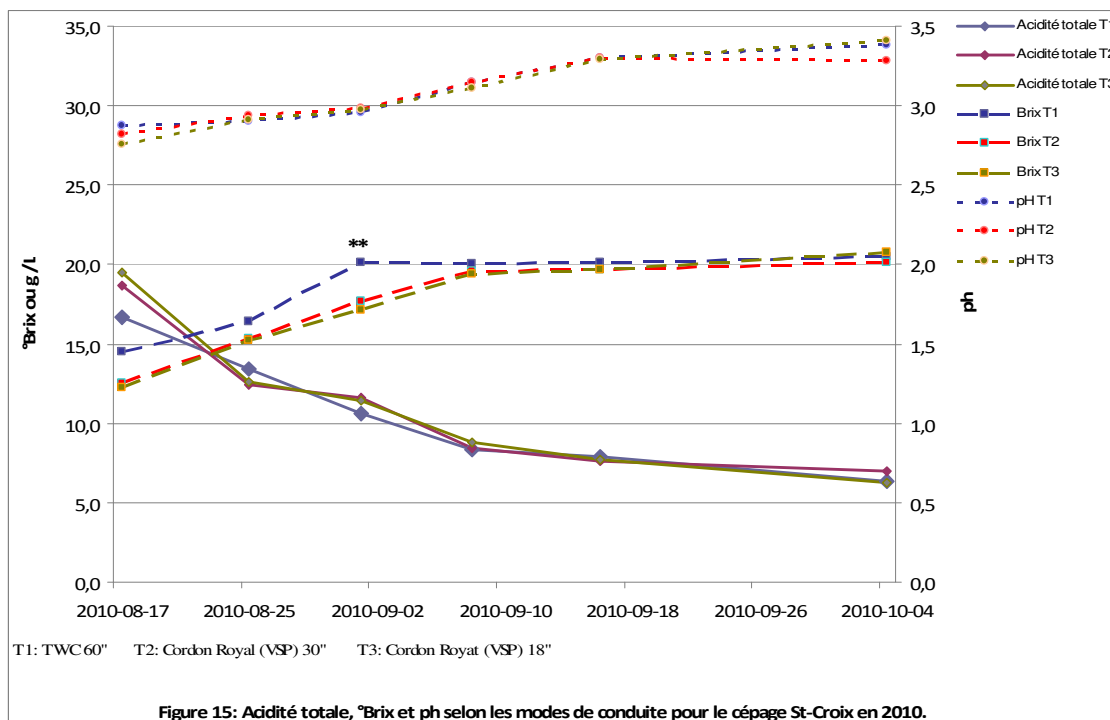
Marquette

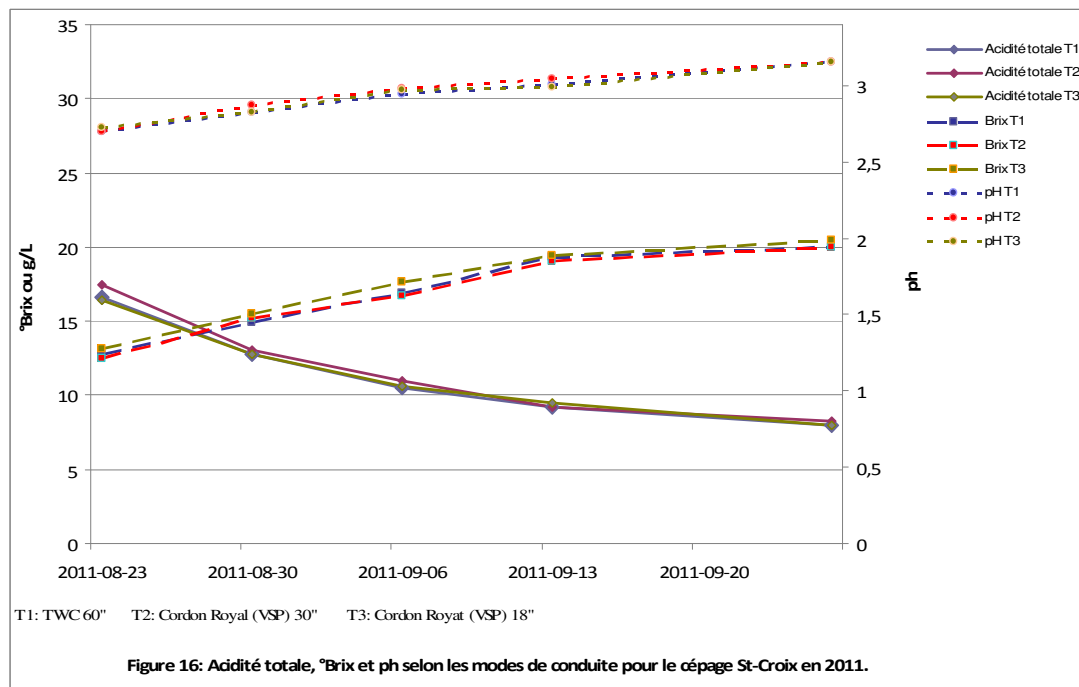
Tant en 2010 qu'en 2011, les valeurs d'acidité totale sont similaires pour les trois modes de conduite (2010 : ANOVA, prob $F > 0,05$; 2011 : Wilcoxon, prob $\chi^2 > 0,05$) (fig. 13, 14). En ce qui concerne le taux de Brix, il est significativement supérieur sur le TWC 60" comparativement aux Cordon Royat 30" et 18" pour les quatre premières dates en 2010 (ANOVA, prob $F < 0,05$), tandis qu'en 2011, aucune différence n'est notée (fig. 13, 14). Les modes de conduite n'ont aucun effet sur les mesures de pH pour le cépage Marquette tant en 2010 qu'en 2011 (2010 : ANOVA, prob $F > 0,05$; 2011 : Wilcoxon, prob $\chi^2 > 0,05$) (fig. 13, 14).



St-Croix

Aucune différence significative observée entre les trois modes de conduite pour les mesures d'acidité totale et le pH pour le St-Croix tant en 2010 que 2011 (2010 : ANOVA, prob $F > 0,05$; 2011 : Wilcoxon, prob $\chi^2 > 0,05$) (fig. 15, 16). En 2010, le taux de Brix pour le TWC 60" est significativement supérieur que sur le Cordon Royat 30" et 18" pour le 1^{er} septembre 2010 uniquement (ANOVA, $F = 74,6585$, $DF 2,5$, prob $F = 0,0028$) (fig. 15).



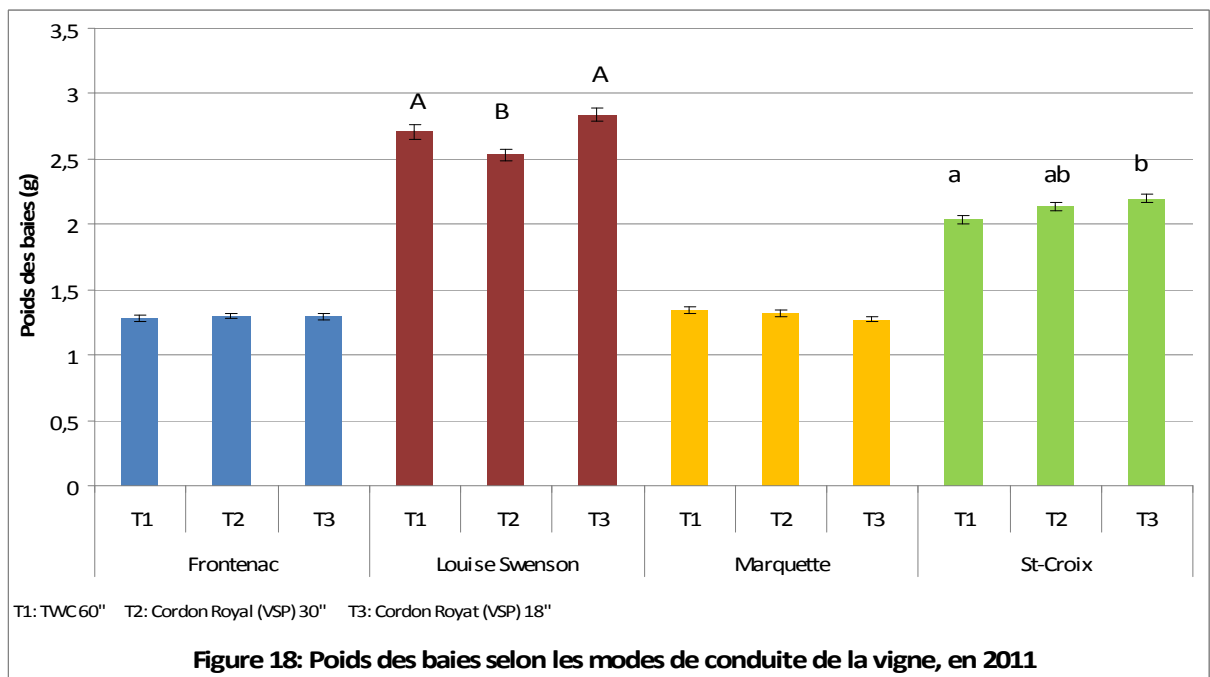
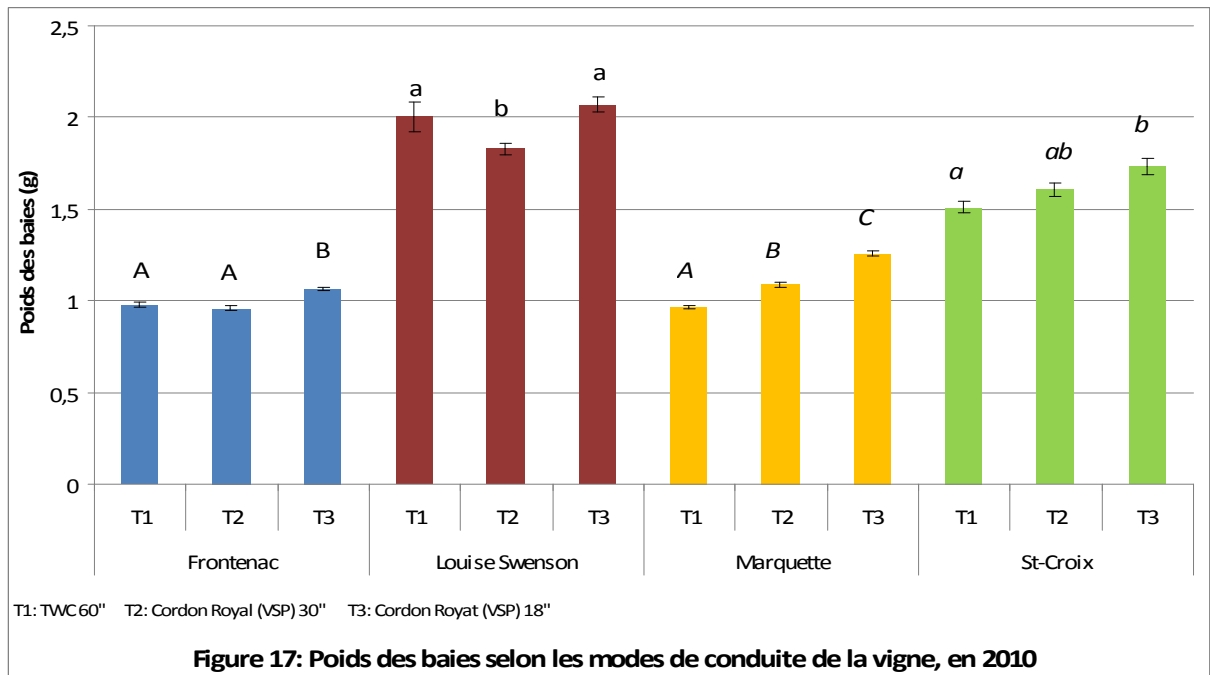


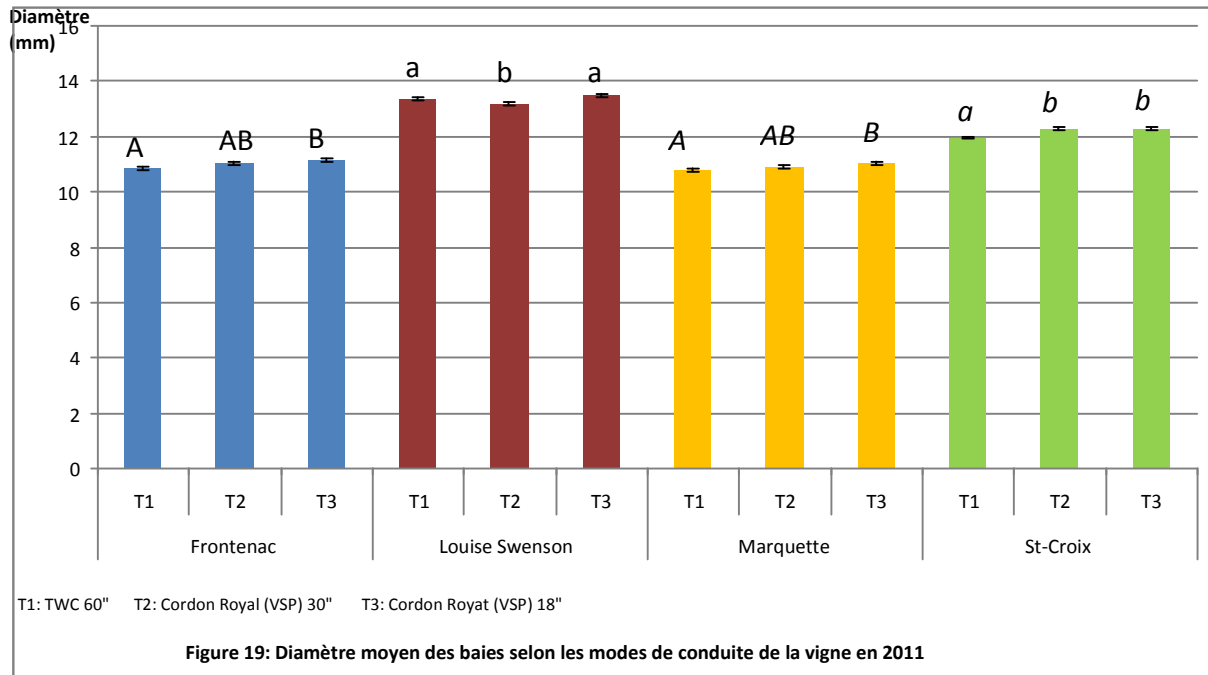
Discussion sur l'analyse des critères de maturité sur les moûts

Les systèmes de conduite semblent avoir peu d'effet sur les critères de maturation du raisin. En effet, nous avons noté des taux de Brix plus élevés sur le TWC 60" en 2010, mais comme la formation de la vigne avait eu lieu au printemps, ces résultats sont plus discutables. Les résultats de 2011 sont un peu plus représentatifs et ne démontrent pas de différences pour les trois critères selon les modes de conduite de la vigne.

Évaluation du poids moyen des baies

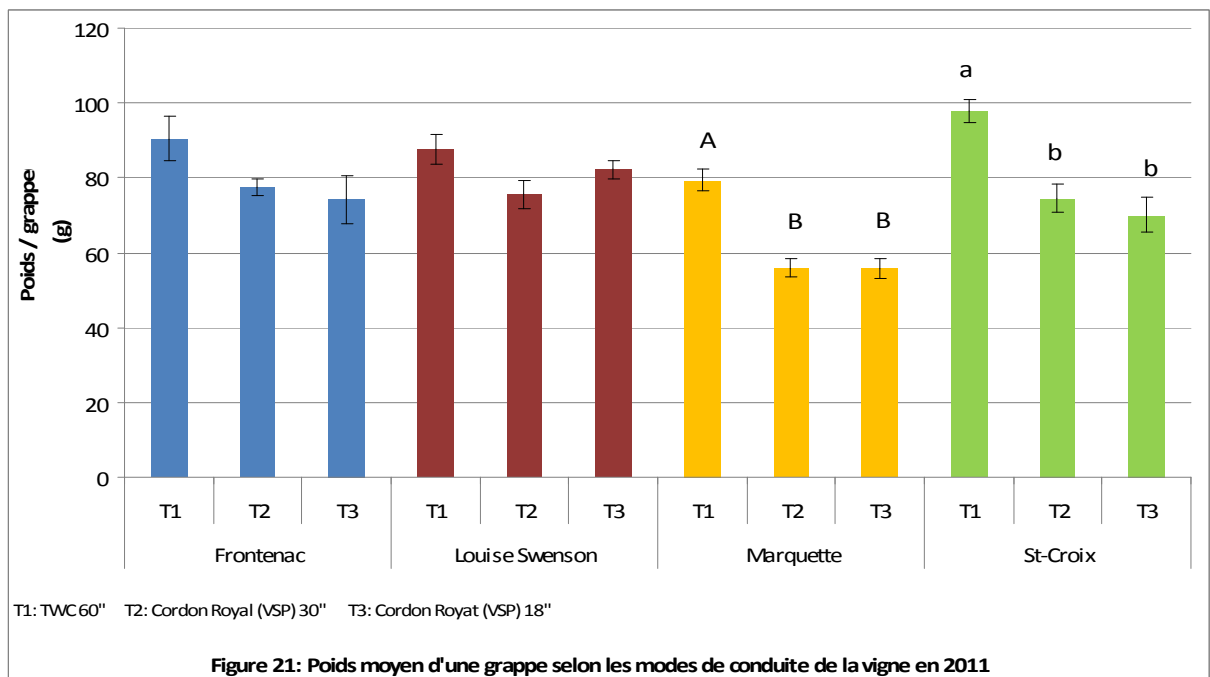
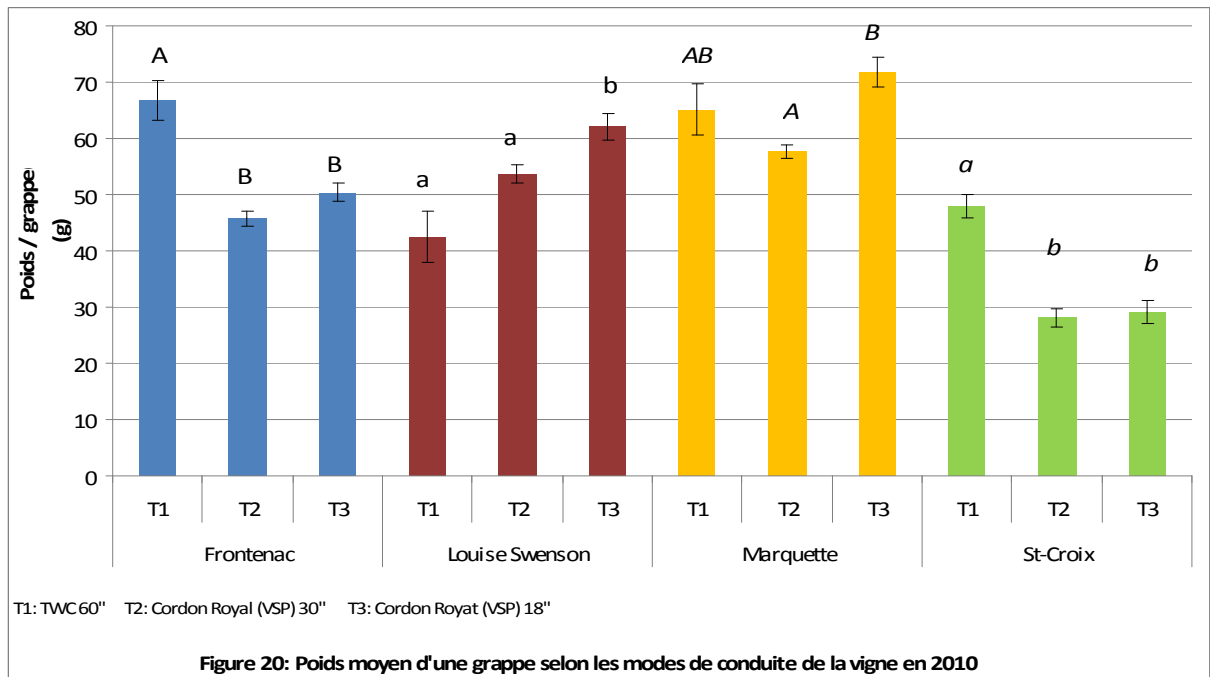
Le poids moyen des baies conduit sur le TWC 60" est significativement moins élevé que sur le Cordon Royat 18" pour le Frontenac, Marquette et St-Croix en 2010 (ANOVA, prob $F < 0,0001$) et le St-Croix en 2011 (ANOVA, $F = 6,0130$, DF 2,299, prob $F = 0,0028$) (fig. 17, 18). Le diamètre des baies mesuré en 2011 suit la même tendance que le poids des baies pour ces trois cépages (ANOVA, prob $F < 0,05$) (fig. 19). En 2011, pour les cépages Frontenac et Marquette, le poids des baies est similaire pour les trois modes de conduite (ANOVA, prob $F > 0,05$). En ce qui concerne le cépage Louise Swenson, le poids et le diamètre des baies pour le TWC 60" et le Cordon Royat 18" sont significativement inférieurs à ceux pour le Cordon Royat 30", et ce pour les deux années d'observation (2010 : ANOVA, $F = 10,9264$, DF 2,464, prob $F < 0,0001$; 2011 : ANOVA, $F = 8,9074$, DF 2,299, prob $F = 0,0002$) (fig. 17, 18, 19).





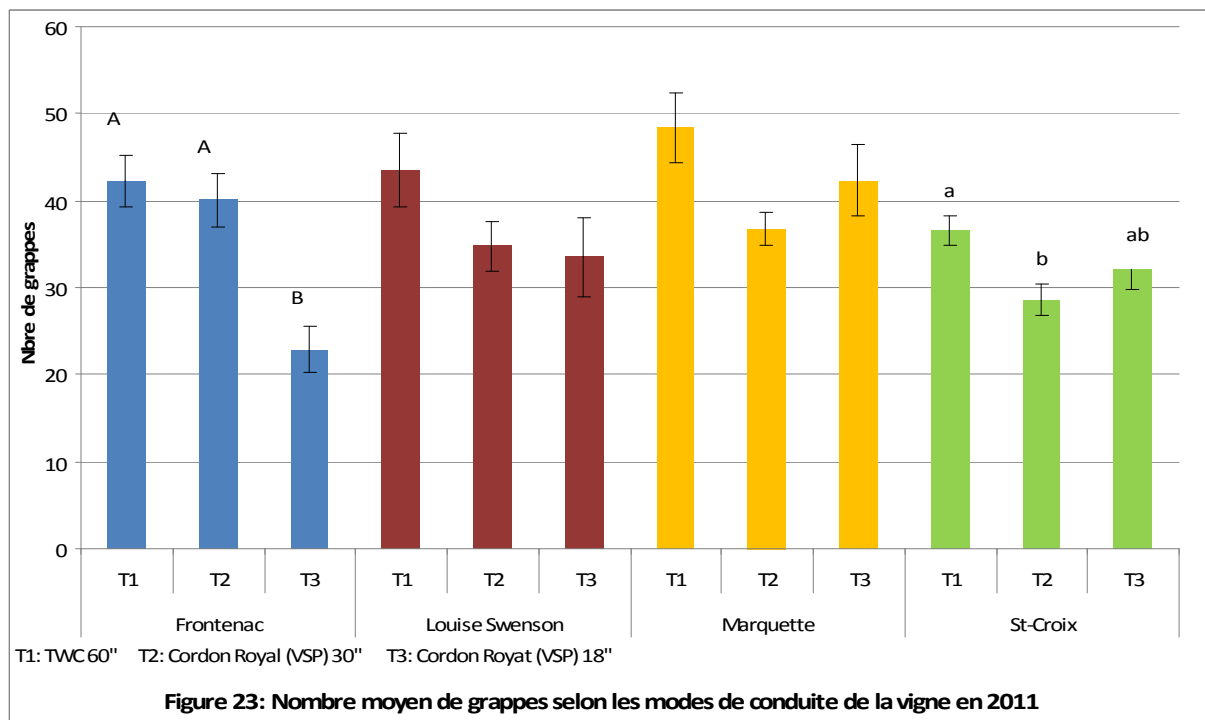
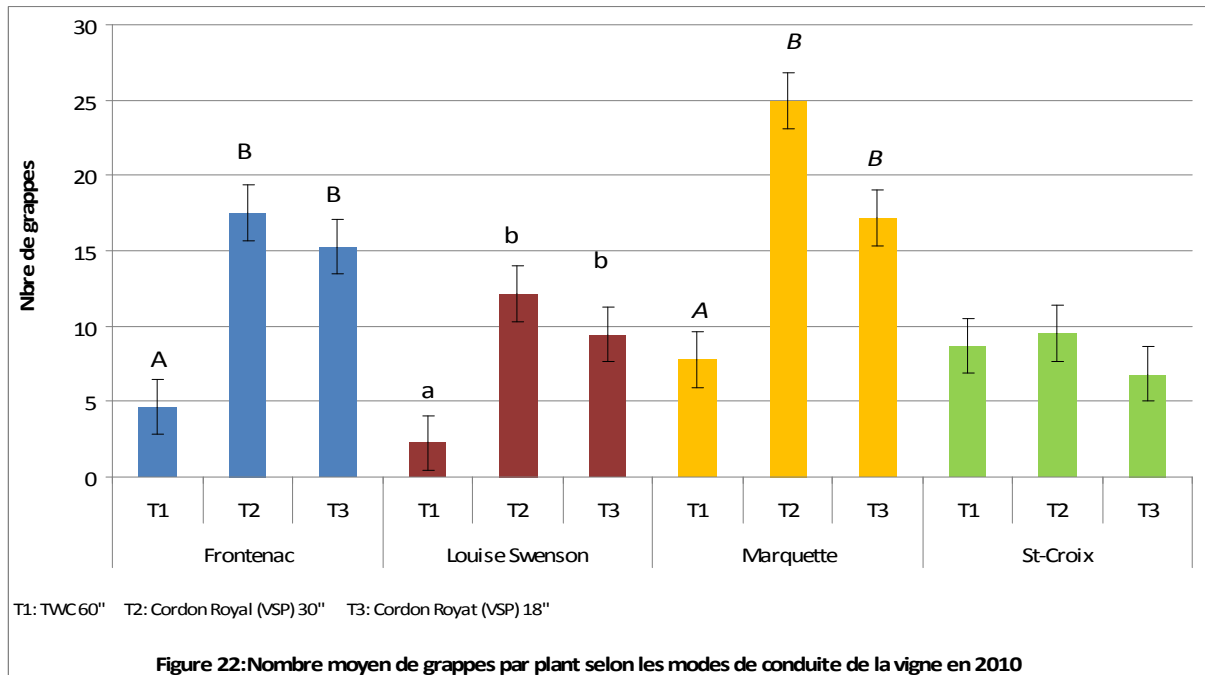
Évaluation du poids des grappes

En 2010 et 2011, le poids moyen d'une grappe pour les cépages St-Croix et Frontenac conduits sur le TWC 60" est significativement plus élevé que pour les Cordon Royal 30" et 18" (2010 : Wilcoxon, prob $\chi^2 < 0,05$; 2011 : ANOVA, prob $F < 0,05$) (la différence n'est cependant pas significative en 2011 pour le Frontenac) (fig. 20, 21). En ce qui concerne le cépage Louise Swenson, le poids d'une grappe est significativement plus faible pour les vignes conduites sur le TWC 60" et le Cordon Royal 30", que sur le Cordon Royal 18" en 2010 (Wilcoxon, $\chi^2 = 7,2771$, DF 2, prob $\chi^2 = 0,0263$), mais similaire en 2011 (fig. 20, 21). Pour le cépage Marquette, les résultats divergent d'une année à l'autre : en 2010, le poids d'une grappe est significativement inférieur pour le Cordon Royal 30" comparativement au Cordon Royal 18" (Wilcoxon, $\chi^2 = 8,2919$, DF 2, prob $\chi^2 = 0,0258$), tandis qu'en 2011, le poids d'une grappe est significativement supérieur pour le mode de conduite TWC 60" comparativement au Cordon Royal 30" et 18" (ANOVA, $F = 24,4877$, DF 2,38, prob $F < 0,0001$) (fig. 20, 21).



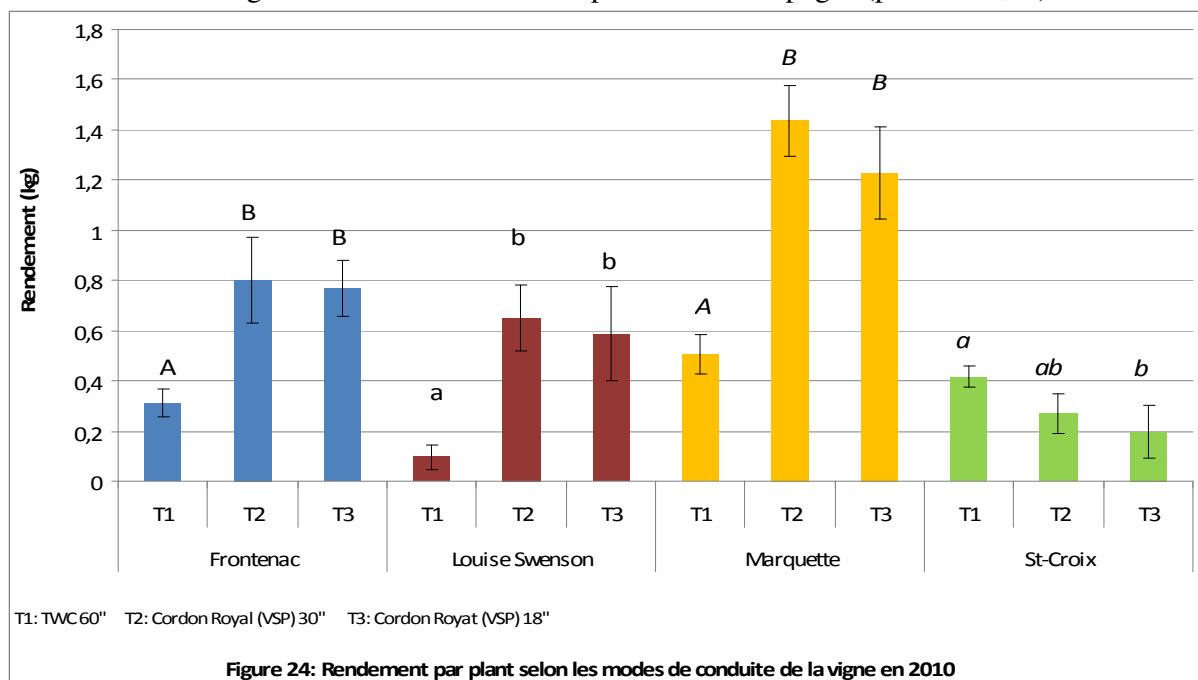
Le nombre moyen de grappes récoltées sur les plants est significativement inférieur pour le TWC 60" que pour le Cordon Royal 30" et 18" pour les cépages Frontenac, Louise Swenson et Marquette en 2010 (ANOVA, prob $F < 0,05$) (fig. 22). Cependant, en 2011, le

nombre de grappes par plant est généralement plus élevé pour les vignes conduites sur un TWC 60" que sur les Cordon Royat (VSP) 30" puis 18" (fig. 25). Toutefois, on observe des différences significatives seulement pour les cépages Frontenac et St-Croix (ANOVA, prob $F < 0,05$) (fig. 23).



Évaluation du rendement en raisin

En 2010, les vignes conduites sur le TWC 60" ont un rendement moindre que sur les Cordon Royat (VSP) 30" et 18", et ce pour trois cépages, le Frontenac, Louise Swenson et Marquette (Wilcoxon, prob $\chi^2 < 0,05$)(fig. 24). En 2011, on observe un meilleur rendement en raisin pour le mode de conduite TWC 60" que pour le Cordon Royat 30"et 18" (fig. 25). Ces observations sont significativement différentes pour tous les cépages (prob $F < 0,05$).



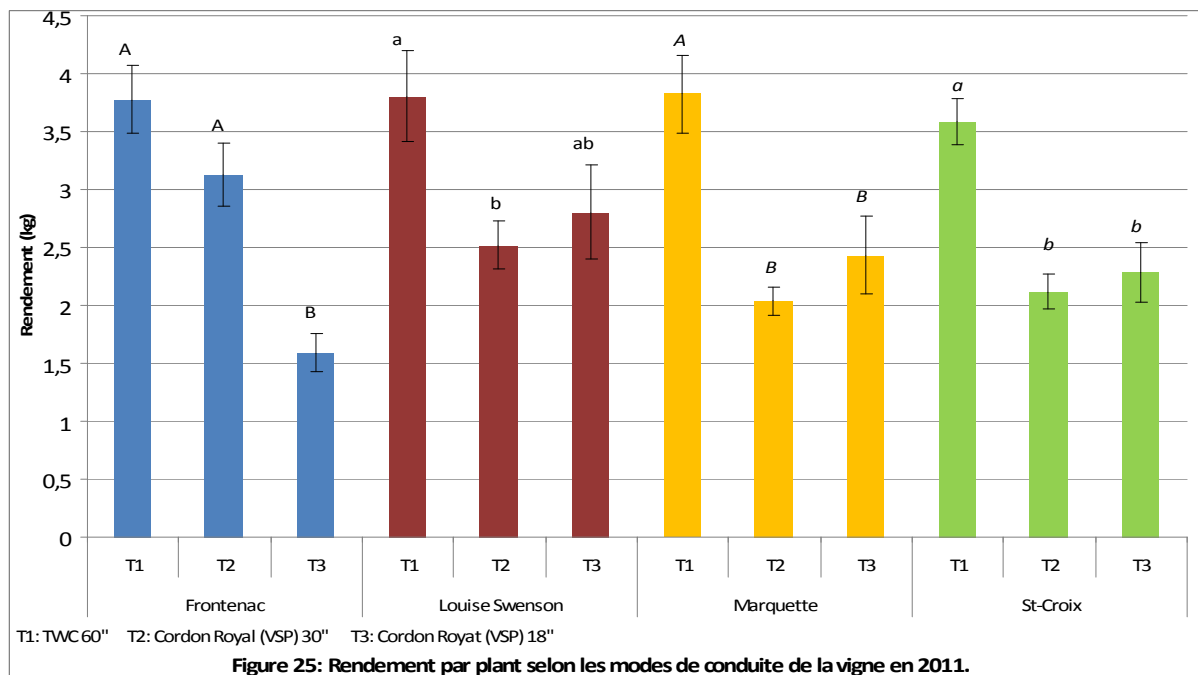


Figure 25: Rendement par plant selon les modes de conduite de la vigne en 2011.

DISCUSSION

Les résultats obtenus concernant la tolérance aux gels hivernaux démontrent que la mortalité des bourgeons est influencée par la hauteur du fil fruitier, c'est-à-dire que les dommages sont plus importants avec une conduite plus basse. Le mode de conduite TWC 60" semble donc procurer un avantage comparativement aux Cordon Royat 30" et 18" pour réduire les dommages de gels hivernaux et printaniers. Toutefois, ce projet de recherche n'a évalué ces paramètres que pour une année, ainsi, il faut être prudent avec les résultats obtenus. Nous aurions pu nous attendre à ce que les bourgeons des vignes en conduite basse aient bénéficié d'une protection hivernale avec la neige. Toutefois, nous avons noté le contraire, soit que le mode de conduite en hauteur réduit les dommages causés par les gels hivernaux. Cependant, en hiver, la température à la surface de la neige est plus froide que l'air en hauteur (Zabadal *et al.* 2007), ainsi si la couche de neige n'est pas assez élevée, elle ne procure pas de protection. De plus, il a été observé que l'aoûtement était plus hâtif pour les vignes conduites sur des fils fruitiers plus haut. L'aoûtement est très important et permet à la vigne de se protéger des gels hivernaux. Ceci peut être dû aux températures plus chaudes en hauteur que près du sol, ce qui facilite l'aoûtement et prépare mieux la vigne pour passer l'hiver (Reynolds et Vanden Heuvel 2009). Pour ce qui est du gel printanier, il est prévisible d'obtenir des dommages plus importants pour les modes de conduite plus bas, car la température de l'air est plus froide près du sol, le risque de dommages de gel de bourgeons étant donc plus élevé près du sol. Ces observations concordent avec la littérature. En effet, il a été démontré que les modes de conduite de la vigne plus élevés réduisent les dommages causés par les gels printaniers, car les températures sont plus élevées à cette hauteur comparativement aux températures notées plus près du sol (Galet 2000; Zabadal *et al.* 2007). Ainsi, le mode de conduite TWC 60" semble être une avenue intéressante pour réduire les dommages causés par les gels hivernaux et printaniers.

En début de saison, la phénologie des vignes conduites en TWC 60" est légèrement

retardée comparée aux deux autres modes de conduite Cordon Royat (VSP), et ce à partir des stades du bourgeonnement jusqu'au stade du développement des fruits (stade petit-pois). Cette observation a aussi été notée par Lafon (1966) et il concluait que ce retard pouvait être un avantage pour contrer les gels printaniers. Le retard dans le débourrement des bourgeons pourrait être expliqué par l'orientation des tiges. Une orientation des tiges vers le bas peut affecter différentes fonctions physiologiques telles que le transport de l'eau (Lovisol et Schubert 2000) ou la photosynthèse (Schubert *et al.* 1995). Comme la vigne est plus haute, la montée de la sève est un peu plus lente en début de saison, l'arrivée de la sève est retardée par rapport à un mode de conduite plus bas, donc le développement des bourgeons est décalé et prend un peu plus de temps. Cependant, au début de la maturation des baies, on observe un développement légèrement plus rapide pour les vignes conduites en hauteur. Les grappes sont davantage exposées au soleil pour un mode de conduite en hauteur, donc la maturation débute plus rapidement (Plocher et Parke 2008). Cependant, l'atteinte d'un stade phénologique plus avancé en fin de saison pour les vignes conduites en TWC 60" n'a généralement pas été corrélée avec les analyses des critères de maturité des moûts. En 2010, on observe une légère tendance où l'acidité totale et le taux de Brix sont légèrement plus faibles ainsi que le pH un peu plus élevé pour le mode de conduite TWC 60" comparativement au Cordon Royat 30" et 18", mais pas pour tous les cépages. De plus, en 2011, aucune différence significative n'est observée pour ces trois paramètres, malgré les différences significatives au niveau des stades phénologiques. Howell *et al.* (1991) ont aussi observé peu d'effet du mode de conduite sur l'acidité totale et le pH. La maturation plus rapide au départ pour les vignes conduites en hauteur aurait pu résulter une récolte plus hâtive, mais la charge importante en fruits de ce mode de conduite fait en sorte que la maturation prend un peu plus de temps et que toutes les vignes arrivent à maturité en même temps.

En 2010, année de la taille de formation, les vignes ont subi des modifications majeures pour le mode de conduite TWC 60" et Cordon Royat 18". À la récolte, les vignes de ce mode de conduite ont produit beaucoup moins de grappes que les vignes conduites sur les Cordon Royat (VSP) 30" et 18" résultant en un rendement réduit. En 2011, le nombre de grappes par plant est généralement plus élevé sur un TWC 60" que sur les Cordon Royat (VSP) 30" puis 18". Les résultats obtenus concernant le nombre de grappes selon le mode de conduite démontrent que celui-ci est plus élevé sur TWC 60" que sur les Cordon Royat (VSP) 30" et 18". En présence d'un nombre de grappes plus important, on se serait attendu à avoir un poids des grappes plus faible ainsi qu'un retard au niveau de la maturité du raisin (Galet 2000). Toutefois, nous avons noté un poids/grappe plus élevé pour le TWC 60" ainsi qu'aucun retard au niveau de la maturation du raisin à la récolte. Une combinaison du nombre de grappes et du poids/grappe plus élevé pour le TWC 60" se solde donc par un rendement plus important. Ainsi, il apparaît que le mode de conduite en hauteur est capable de supporter une charge importante de grappes tout en ayant un poids des grappes supérieur. De plus, le rendement supérieur des fruits pour ce mode de conduite n'affecte pas la qualité du fruit, ceci a aussi été observé par Howell *et al.* (1991). Ces rendements supérieurs sur les modes de conduite en hauteur ont aussi été observés par différents auteurs (Howell *et al.* 1991; Reynolds et Van Heuvel 2009). Il est documenté qu'un plant en hauteur qui a un port vers le bas, axe davantage ses ressources sur la production des fruits que sur le développement végétatif, résultant ainsi en un meilleur rendement. Toutefois, on peut garder des réserves quant aux raisons de cette différence, car dans le cadre de cette expérience, la surface foliaire exposée n'était pas un paramètre maîtrisé entre les traitements. La quasi totalité des constituants de la baie de raisin provient de la photosynthèse qui a lieu dans les feuilles en

présence d'eau (provenant du sol) et du CO₂ (provenant de l'air) et qu'il est lié à la surface foliaire exposée (Serrano *et al.* 2000). Or, la taille des baies est également liée à la quantité d'assimilats carbonés disponible (Ollat 2002), eux-mêmes liés à l'équilibre physiologique de la vigne décrit par le rapport surface foliaire exposée / kg de raisin (Intrieri et Filippetti 2000; Murisier 1996).

REMERCIEMENTS

Nous remercions Larbi Zerouala (MAPAQ Blainville) pour sa précieuse collaboration dans l'élaboration et la réalisation du projet ainsi que l'Association des vignerons du Québec, dont M. Fabien Gagné et Simon Naud, pour leur appui et leur collaboration. Les auteurs remercient aussi les employés du CRAM qui ont participé à la réalisation de ce projet, soit Stefano Campagnaro, Nathalie Guerra, Sébastien Charbonneau, Daniel Fournier, Michael Filion, Patrice Doré, Karine Doyon et Gabriel Guimont. Ce projet est 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).

RÉFÉRENCES

Baillod M. et Baggiolini M., 1993. Les stades repères de la vigne. *Revue suisse vitic. arboric. hortic.* **38** : 7-9.

Bledsoe, A.M., W.M. Kliwer et J.J. Marois. 1988. Effects of timing and severity of leaf removal on yield and fruit composition of Sauvignon blanc grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **39**:49-54.

Bloesch B. et Viret O., 2008. Stades phénologiques repères de la vigne. *Revue suisse vitic. arboric. hortic.* **40** :1-4

Galet, P.. 2000. Précis de viticulture. 7^{ième} édition. JF Impression. 602 pp.

Howell, G.S., D.P. Miller, C.E. Edson et R.K. Striegler. 1991. Influence of training system and pruning severity on yield, vine size, and fruit composition of vigne grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **42** : 191-198.

Intrieri C., I. Filippetti. 2000. Planting density and physiological balance : Comparing approaches to European viticulture in the 21th century. Proceedings of the ASEV 50th anniversary. Seattle, Washington.

Lafon, J., P. Couillaud et F. Gay-Bellile. 1966. Établissement du tronc à différentes hauteurs. *Prog. Agr. Et Vit.* **2** : 367.

Lovisol, C. et A. Schubert. 2000. Downward shoot positioning affects water transport in field-grown grapevines. *Vitis* **39**:49-53.

Murisier F.. 1996. Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve : Relation entre le rendement et la chlorose. Thèse École Polytechnique Fédérale de Zurich, 132 p.

Ollat, N..2002. Influence des systèmes de conduite sur la production de raisins, Actes du colloque gestion du rendement vers une recherche de la qualité, Toulouse 2002, ITV France, 12 p.

Plocher, T. et B. Parke. 2008. Northern Winework. Growing grapes and making wine in cold

climates. Second edition. Northern Winework inc.

Pool, B. et S. Lerch 2003. Living with Winter Injury - How did we do in 2003? Department Horticultural Sciences, Cornell University, NYS Agricultural Experiment Station, 630 W. North St., Geneva, NY 14456.

Reynolds, A.G. et J.E. Vanden Heuvel. 2009. Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: a review. *Am. J. Enol. Vitic.* **60**:251-268.

SAS Institute 2007. JMP IN Software, version 5.0.2, SAS Institute, Cary, NC.

Schubert, A., M. Restagno, V. Novello et E. Peterlunger. 1995. Effects of shoot orientation on growth, net photosynthesis, and hydraulic conduction of *Vitis vinifera* cv. Cortese. *Am. J. Eol. Vitic.* **46** : 324-328.

Serrano E., R. Renard et T. Dufourcq. 2000. Rôles respectifs de la surface foliaire et du poids de récolte sur la qualité d'un moût pour un rapport feuilles/fruits donné : premiers résultats, ITV France Midi-Pyrénées, 7 p.

Zabadal T.J., I.E. Dami, M.C. Goffinet, T.E. Martinson et M.L. Chien. 2007. Winter injury to grapevines and methods of protections. Extension bulletin E2930, Michigan State University Extension.

ACTIVITÉS DE DIFFUSION

- Suite à l'acceptation de ce rapport, ce dernier sera déposé sur le site internet AgriRéseau. Ce rapport sera aussi remis à l'association des vignerons du Québec, qui pourront le diffuser.
- La fiche de transfert sera aussi disponible sur le site Agri-Réseau
- Deux journées portes ouvertes ont eu lieu à Oka, les 13 septembre 2010 et 15 septembre 2011. Lors de ces journées, les intervenants de la vigne et plusieurs producteurs sont venus visiter les parcelles expérimentales et le projet était expliqué et discuté. Une cinquantaine de personnes pour chacune des journées sont venues visiter le site.
- Une présentation scientifique a eu lieu le 8 décembre 2011 dans le cadre des Journées Horticoles de St-Rémi. La première et dernière diapositive est montrée en Annexe E. Environ 75 personnes étaient présentes.

Annexe A : Top Wire Cordon 60"



Vignes selon le mode de conduite Top Wire Cordon 60", suite à la taille de formation (2010)



Vignes selon le mode de conduite Top Wire Cordon 60", lors de la seconde année (2011)



Vignes selon le mode de conduite Top Wire Cordon 60" à la récolte en 2011.

Annexe B : Cordon Royat 30"



Vignes selon le mode de conduite Cordon Royat (VSP) 30", suite à la taille de formation (2010)



Vignes selon le mode de conduite Cordon Royat (VSP) 30", lors de la seconde année (2011)



Vignes selon le mode de conduite Cordon Royat (VSP) 30" à la récolte en 2011.

Annexe C : Cordon Royat (VSP) 18"



Vignes selon le mode de conduite Cordon Royat (VSP) 18", suite à la taille de formation (2010)



Vignes selon le mode de conduite Cordon Royat (VSP) 18", lors de la seconde année (2011)



Vignes selon le mode de conduite Cordon Royat (VSP) 18" à la récolte en 2011.

Annexe D

Plan des parcelles expérimentales

Cépage Sainte-Croix

rg rg rg rg rg rg
1 2 3 4 5 6

Cépage Louise-Swenson

rg rg rg rg rg rg
7 8 9 10 11 12

Cépage Frontenac

rg rg rg rg rg rg
13 14 15 16 17 18

Cépage Marquette

rg rg rg rg rg rg
19 20 21 22 23 24

Plants	Cépage Sainte-Croix						Cépage Louise-Swenson						Cépage Frontenac						Cépage Marquette					
1	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
2	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
3	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
4	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
5	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
6	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
7	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
8	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
9	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
10	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
11	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
12	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
13	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
14	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3
15	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T2	T3	T1	T2	T1	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T2	T1	T3	T3

Légende

T1 : Traitement 1 : TWC à 60"

T2 : Traitement 2 : Cordon Royat (VSP) à 30"

T3 : Traitement 3 : Cordon Royat (VSP) à 18"

Annexe E : Présentation du projet aux Journées Horticoles de St-Rémi.



Les journées horticoles



CRAM
CENTRE DE RECHERCHE
AGROALIMENTAIRE DE MIRABEL

**Effet du mode de conduite de la vigne
sur le gel printanier et hivernal, la
phénologie, le rendement et la
maturité de quatre cépages rustiques.**

Stefano Campagnaro, tech. écologie
Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel
Caroline Provost, PhD. biologie, CRAM
et Larbi Zerouala, MAPAQ Blainville



Les journées horticoles

Remerciements



CRAM
CENTRE DE RECHERCHE
AGROALIMENTAIRE DE MIRABEL

**Employés du CRAM: Sébastien Charbonneau, Nathalie
Guerra, Michael Filion, Daniel Fournier, Patrice Doré**

Stagiaire du MAPAQ: Chloé Bright

Soutien financier:
Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de
l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du
Programme de soutien à l'innovation horticole.

