

Étude sur la viabilité des bourgeons de camerisiers

Automne 2019



**CULTUR'
INNOV**

[CULTIVONS L'INNOVATION]



Crédits

Rédaction

Laurie Brown, agr., Cultur'Innov
Élisabeth Lefrançois, agr., MAPAQ
Marie-Ève Desaulniers, tech., Cultur'Innov

Soutien à la rédaction

Stéphane Demers, coordonnateur, Cultur'Innov
Francis Bernier-Blanchet, agr., Cultur'Innov
Caroline Turcotte, agr., MAPAQ

Rechercheur

Laurie Nadeau, tech., Cultur'Innov

Coordination du projet

Marie-Ève Desaulniers, tech., Cultur'Innov
Stéphane Demers, coordonnateur, Cultur'Innov
Élisabeth Lefrançois, agr., MAPAQ

Analyse statistique

Stéphane Demers, coordonnateur, Cultur'Innov

Remerciements

Les producteurs de caméris participants
Les conseillers du MAPAQ dans les régions participantes : Joëlle Ouellet, Martin Dominique, Caroline Turcotte, Christian Lacroix, Pierre-Olivier Martel et Andrée Tremblay.

Photographies

Cultur'Innov, sauf indication contraire

Partenaire

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région.



Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ).

Coopérative de solidarité Cultur'Innov

136, Miquelon, Saint-Camille (Qc) J0A 1G0

819-340-1836

info@culturinnov.qc.ca

www.culturinnov.qc.ca

Résumé

Des branches de 3 cultivars de camerisier (*Lonicera caerulea*) ont été échantillonnées à l'automne 2018 dans des vergers de 8 régions du Québec. Un deuxième échantillonnage a eu lieu durant l'hiver 2018-2019 sur 3 de ces sites. La viabilité des bourgeons sur les branches a été déterminée par l'observation des bourgeons coupés. La présence de pousses secondaires (prolongation tardive de la pousse du printemps) a aussi été quantifiée. Des données complémentaires pour la viabilité printanière 2019 sur 5 sites sont incluses.

Les pousses secondaires sont plus communes sur certains sites, possiblement en lien avec une irrigation plus régulière. La viabilité des bourgeons sur les pousses secondaires n'est pas nécessairement faible.

La viabilité automnale des bourgeons variait de 72-95%. Elle variait de façon significative selon le site, mais pas selon le cultivar. Il y avait plus de mortalité au bourgeon apical. Il y avait peu de différence entre la viabilité automnale et hivernale, ce qui indique que la majorité de la mortalité a eu lieu durant l'été ou l'automne. L'été 2018 était très chaud et plusieurs sites ont manqué d'eau pour l'irrigation. La viabilité printanière était parfois similaire à la viabilité automnale, mais parfois plus faible. Le cultivar « Indigo Treat » semble moins tolérant des conditions de sécheresse ou de chaleur extrême.

Ce projet n'a pas étudié la relation entre la viabilité des bourgeons et le rendement. La capacité qu'ont les camerisiers à compenser la perte de bourgeons, par la production de plus gros fruits ou de plus de fruits sur les bourgeons restants, a besoin d'être étudiée.

Le projet *Étude sur la survie et la viabilité des bourgeons de camerisiers* comporte deux volets et deux rapports distincts. Le premier volet est ce rapport, qui contient les résultats de l'étude sur la viabilité des bourgeons.

Le second volet est la revue de littérature *L'influence du climat et de la fertilisation sur les stades phénologiques du camerisier*.

English Abstract

Branches of 3 cultivars of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) were sampled in the fall of 2018 in orchards in 8 regions of Quebec and also during the following winter for 3 sites. The viability of the buds on the branches was determined by cutting them open. Secondary stem growth, which sometimes occurs after normal growth cessation around harvest, was also observed. Complementary data is shown for Spring 2019 viability for 5 sites.

Secondary stem growth was more prevalent on certain sites, seemingly those with more regular irrigation. The viability of buds on secondary stems is not necessarily low.

Fall viability of buds varied from 72-95%. It varied significantly with the site but little with the cultivar. The apical bud had higher mortality. There was little difference between fall and winter viability, indicating that most bud mortality occurred during summer or fall. The summer of 2018 was very hot and many sites experienced water shortages affecting irrigation capacity. Spring viability was sometimes similar to fall viability but sometimes much lower. The cultivar “Indigo Treat” seems less tolerant of drought and/or high heat conditions.

This project did not study the relation between bud viability and yield. The capacity of blue honeysuckles to compensate for lost buds by growing more or larger berries on the remaining buds merits investigation.

This research project resulted in two reports, the other being the literature review *L'influence du climat et de la fertilisation sur les stades phénologiques du camerisier*.

Table des matières

1)	Introduction.....	8
2)	Méthodologie.....	11
2.1	Description des sites.....	11
2.2	Choix des cultivars.....	11
2.3	Analyses de sol et foliaires.....	11
2.4	Récolte des pousses annuelles.....	11
2.5	Observation des pousses et bourgeons.....	12
2.6	Mesure des pousses.....	13
2.7	Données additionnelles utilisées.....	13
3)	Résultats.....	24
3.1	Analyses de sol.....	24
3.2	Analyses foliaires par site.....	25
3.3	Croissance secondaire.....	25
3.4	Viabilité des bourgeons à l'automne.....	27
3.5	Viabilité des bourgeons en hiver.....	30
3.6	Comparaison entre la viabilité automnale et hivernale.....	33
3.7	Viabilité des bourgeons au printemps.....	34
4)	Discussion.....	36
4.1	Croissance secondaire.....	36
4.2	Viabilité automnale.....	37
4.3	Viabilité en hiver et sa corrélation avec la viabilité automnale.....	38
4.4	Viabilité au printemps.....	39
5)	Conclusion.....	40
6)	Références.....	41
7)	Annexes.....	42

Liste des tableaux

Tableau 1: Analyse chimique des sols par site	24
Tableau 2: Comparaison du pourcentage moyen de viabilité des bourgeons, avec ou sans les pousses secondaires, par site, à l'automne	26
Tableau 3: Pourcentage de pousses secondaires, en lien avec le climat, l'irrigation et la teneur foliaire en azote	27
Tableau 4: Viabilité automnale des bourgeons en fonction de leur position sur la pousse (moyenne de tous les sites).....	29
Tableau 5: Relation entre la viabilité hivernale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le site	31
Tableau 6: Relation entre la position du bourgeon et sa viabilité hivernale, selon le site...	32
Tableau 7: Relation entre la position du bourgeon et sa viabilité hivernale, en considérant le site et le cultivar	32
Tableau 8: Comparaison de la viabilité des bourgeons entre l'automne et le printemps.....	35
Tableau 9:Analyse foliaire par site et par cultivar.....	42
Tableau 10: Relation entre la viabilité automnale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le site	43
Tableau 11: Relation entre la viabilité automnale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le cultivar	43
Tableau 12: Relation entre la viabilité automnale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le cultivar et le site	44
Tableau 13: Relation entre la position du bourgeon et sa viabilité automnale, selon le site, tous cultivars confondus	44
Tableau 14: Relation entre la position du bourgeon et sa viabilité automnale, en considérant le site et le cultivar	45
Tableau 15: Viabilité hivernale selon le cultivar, tous sites confondus	46
Tableau 16: Relation entre la viabilité hivernale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le cultivar	46
Tableau 17: Relation entre la viabilité hivernale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le cultivar et le site	46

Liste des figures

Figure 1: Pousse primaire et secondaire sur un jeune camerisier à la fin de juillet. Le point de transition est indiqué par la flèche.	8
Figure 2: Point de transition avec les écailles du bourgeon apical visibles.....	9
Figure 3: Bourgeons non viables sur une pousse secondaire de l'année précédente.	10
Figure 4: Position sur la pousse des bourgeons observés à l'automne et à l'hiver. Photo : Caroline Turcotte, MAPAQ	12
Figure 5: Nombre de pousses secondaires selon le site.....	25
Figure 6: Viabilité automnale selon les sites. Deux sites avec une lettre différente avaient une différence significative.	28
Figure 7: Viabilité hivernale moyenne selon les sites	30
Figure 8: Viabilité selon les sites et les saisons, tous cultivars confondus.....	33
Figure 9: Viabilité selon le site, la saison et le cultivar	34

1) Introduction

Les camerisiers (*Lonicera caerulea*) sont cultivés au Québec depuis 2005 environ. Ce sont des arbustes fruitiers robustes, relativement peu affectés par les insectes et maladies, et qui semblent bien adaptés à toutes les régions agricoles de la province. Les rendements moyens obtenus avec les meilleures pratiques culturales connues sont de 2,5-3kg/plant mature. Toutefois, pour certains cultivars, les rendements ont été jusqu'ici nettement moindres, autour de 1-1,5kg. Les causes des rendements plus faibles, même dans de bonnes conditions de culture, ne sont pas connues. Dans le but de trouver des solutions, deux phénomènes observés par les producteurs et les conseillers méritaient une investigation: la croissance secondaire et la viabilité des bourgeons.

Les nouvelles branches des camerisiers, appelées *pousses primaires* dans ce rapport, se développent aux environs de mai jusqu'à la fin de juin. À ce moment, la croissance s'arrête et un bourgeon se forme à l'extrémité de la pousse (l'apex). En temps normal, la croissance de la pousse est terminée pour l'année. Toutefois, on observe chaque année un certain niveau de *croissance secondaire* sur les camerisiers. Il s'agit d'une reprise de la croissance de la pousse à partir du bourgeon apical (Figure 1 et Figure 2). Ce bourgeon peut débousser peu après sa formation en juillet ou plus tard durant l'été. La nouvelle section est considérée comme une *pousse secondaire*. De façon générale, la croissance secondaire est plus fréquente chez les jeunes plants.



Figure 1: Pousse primaire et secondaire sur un jeune camerasier à la fin de juillet. Le point de transition est indiqué par la flèche.

Selon certains chercheurs, ce phénomène peut avoir lieu lorsque [Traduction] « des conditions environnementales comme l'eau, la disponibilité de nutriments et la lumière amorcent le relâchement de l'écodormance » (dormance imposée par le bourgeon apical) (Gerbrandt, Bors, Chibbar, & Baumann, 2018). Il est possible de distinguer la pousse secondaire même après l'aoûtement, par la présence des écailles ouvertes du bourgeon apical à la base de la nouvelle croissance.



Figure 2: Point de transition avec les écailles du bourgeon apical visibles

La pousse secondaire réussit normalement à se lignifier avant l'hiver, mais la viabilité de ses bourgeons, en comparaison avec les bourgeons sur la pousse primaire, n'est pas connue (Gerbrandt, Bors, Chibbar, & Baumann, 2018). L'observation occasionnelle de bourgeons non viables sur les pousses secondaires de l'année précédente (Figure 3) porte à croire que les bourgeons situés sur la pousse secondaire sont moins viables. L'influence du climat, du cultivar et de la régie sur la croissance secondaire est également peu étudiée.



Figure 3: Bourgeons non viables sur une pousse secondaire de l'année précédente.

À la suite de l'arrêt de la croissance des pousses primaires et secondaires, des bourgeons apicaux et latéraux se forment. Ces bourgeons donneront naissance aux pousses primaires de l'année suivante. Caroline Turcotte, agronome au MAPAQ, a observé en juillet 2018 qu'un pourcentage surprenant de ces bourgeons étaient déjà mort en août sur un site en Estrie. Il semblait pertinent de documenter ce type de dommage sur d'autres sites. Également, il semblait pertinent de déterminer le pourcentage typique de mortalité des bourgeons, de déterminer à quel moment de l'année les bourgeons ont tendance à mourir et de voir si le problème était plus important pour certains cultivars ou dans certaines régions.

2) Méthodologie

2.1 Description des sites

Les 8 sites participants sont situés dans les régions suivantes:

- Bas-Saint-Laurent (BSL)
- Centre-du-Québec (CDQ)
- Estrie (E)
- Gaspésie-les-Iles (G-I)
- Lanaudière (L)
- Montérégie-Est (ME)
- Montérégie-Ouest (MO)
- Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ)

2.2 Choix des cultivars

Trois cultivars largement utilisés au Québec ont été choisis. « Indigo Treat » (appelé simplement Treat dans ce rapport) et « Indigo Gem » (Gem) sont issus d'un croisement entre un parent de la Russie continentale et un parent des Îles Kuriles (Bors, sans date). Les rendements de ces cultivars, particulièrement Treat, sont généralement moindres qu'espérés. « Berry Blue » a un bagage génétique uniquement de la Russie continentale (One Green World, sans date). Les rendements de Berry Blue sont souvent très bons.

2.3 Analyses de sol et foliaires

Une analyse de sol a été prélevée entre le 10 juillet et le 1^{er} août, 2018, pour chacun des sites. Une analyse foliaire a également été effectuée pour chaque cultivar présent et chaque site. Les échantillons foliaires ont été prélevés entre le milieu et la fin de juillet 2018.

2.4 Récolte des pousses annuelles

Une première récolte de pousses sur les 8 sites a eu lieu à l'automne 2018. Une deuxième récolte de pousses a eu lieu sur 3 des 8 sites après l'hiver 2019, en mars et avril bien avant le débourrement. Pour ce second échantillonnage, un site plus au nord (Lac-Saint-Jean), un site au sud (Montérégie-Est) et un site médian (Centre-du-Québec) ont été choisis.

Lors de la récolte automnale et hivernale des pousses, seulement la pousse de 2018 a été prélevée, c'est-à-dire la pousse primaire incluant sa pousse secondaire, s'il y en avait une. Un total de 20 pousses par cultivar et par site a été récolté. Les pousses ont été récoltées sur 5 plants représentatifs du champ. Sur chacun de ces plants, 4 pousses d'au moins 15cm de longueur ont été prélevées à chaque point cardinal. Les drageons (pousses partant du sol) n'ont pas été exclus. Les pousses ont été expédiées par courrier rapide et conservées au réfrigérateur dans l'attente des observations de viabilité, qui ont eu lieu de 2 à 3 jours suivant la réception.

2.5 Observation des pousses et bourgeons

Pour chaque pousse annuelle, la présence ou l'absence d'une pousse secondaire a été notée.

Un total de 6 bourgeons par pousse a été observé, lorsqu'ils étaient tous présents. Les bourgeons choisis étaient le bourgeon apical (A), le premier latéral à gauche, le 2^e latéral à droite et ainsi de suite jusqu'au 5^e latéral (Figure 4). S'il y avait plus d'un bourgeon présent sur le même côté d'un nœud, seulement le bourgeon le plus gros (bourgeon primaire) était observé. Sur les pousses secondaires, il n'y avait pas toujours 6 bourgeons ou plus.

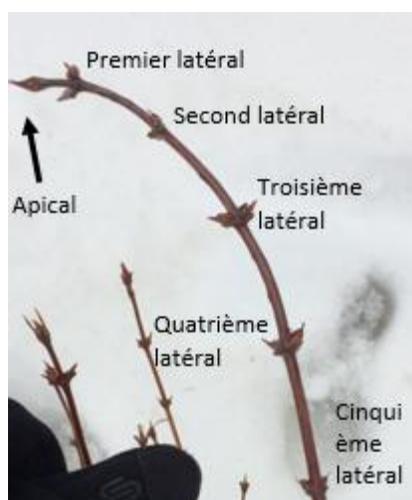


Figure 4: Position sur la pousse des bourgeons observés à l'automne et à l'hiver. Photo : Caroline Turcotte, MAPAQ

Pour déterminer la viabilité, chaque bourgeon a été coupé dans le sens de la longueur à l'aide d'un scalpel, en prenant bien soin de couper au centre de la partie la plus large du bourgeon. Les bourgeons dont l'intérieur était vert ont été jugés viables.

Comme discuté dans les résultats, les données de viabilité provenant des pousses annuelles qui incluaient une pousse secondaire n'ont pas été incluses dans les moyennes.

2.6 Mesure des pousses

Le diamètre à la base de chaque pousse et la longueur de la pousse ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse et d'une règle. La longueur et le diamètre des pousses sont normalement deux bons indices de la vigueur de celle-ci.

2.7 Données additionnelles utilisées

Dans le cadre du projet *Suivi de la croissance du camerisier : désignation des stades phénologiques et élaboration d'un modèle de degrés-jours pour le Québec* (Turcotte, *et al.*, 2020), la viabilité des bourgeons de Treat, Gem et Berry Blue a été observée au cours du printemps 2019, pour 5 sites ayant participé à cette étude. Certains résultats de ce projet sont rapportés dans cette étude, car ils complètent le portrait de la viabilité selon les saisons.

Dans le cadre de cet autre projet, 9 bourgeons sur 2 pousses sur 5 plants de chaque cultivar (total de 90 bourgeons) ont été observés 2 fois par semaine durant toute la période printanière. Un bourgeon était déclaré viable s'il se rendait au moins au stade B1 ou B2 (débourrement et débourrement avancé).

3) Résultats

3.1 Analyses de sol

Il y a de grandes variations entre les caractéristiques du sol pour les différents sites, notamment pour la teneur en matière organique (2,0 à 8,9%), en calcium (675-6945kg/ha) et en magnésium (55-939kg/ha) (Tableau 1). La variabilité de la CEC suggère également la présence de différentes textures de sol.

Tableau 1: Analyse chimique des sols par site

Sites	CEC (meq/ 100g)	pH	pH tampon	M. O (%)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Al (ppm)	P/Al	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Fe (ppm)
Bas-Saint-Laurent	15,40	5,7	6,0	4,9	64	179	675	77	1536	1,9	14,3	0,7	1,4	0,1	104
Centre-du-Québec	16,4	7,0	7,4	4,0	18	119	5991	439	1738	0,5	15,2	0,3	1,0	0,4	113
Estrie	17,70	6,3	6,5	7,4	131	291	3305	324	1213	4,8	24,4	3,3	10,0	0,7	136
Gaspésie-les-Îles	23,90	6,2	6,4	8,9	40	96	5465	417	782	2,3	24,6	1,0	3,0	0,5	275
Lanaudière	22,20	6,0	6,7	2,8	146	433	4913	917	1016		11,7	3,6	2,8	0,8	324
Montérégie-Est	27,30	6,1	6,2	13,3	448	530	5871	456	991	20,2	41,3	2,4	35,2	0,7	171
Montérégie-Ouest	28,10	5,9	6,5	4,3	92	192	6945	939	1092		9,5	2,8	6,0	0,8	227
Saguenay-Lac-Saint-Jean	11,90	6,8	7,0	3,7	90	168	3152	55	1165	3,4	44,4	0,7	0,9	0,7	130

3.2 Analyses foliaires par site

Les résultats de l'analyse foliaire se trouvent en annexe (Tableau 9).

- Les teneurs foliaires en azote (N) étaient faibles au Bas-Saint-Laurent, au Centre-du-Québec et à Lanaudière.
- Les teneurs foliaires en potassium (K) étaient faibles en Gaspésie et en Montérégie-Ouest.
- Les teneurs foliaires en bore (B) étaient faibles au Bas-Saint-Laurent.

3.3 Croissance secondaire

3.3.1 Présence de pousses secondaires

La proportion de pousses secondaires variait grandement, de 0 à 17,4%, selon les sites (Figure 5). Pour chacun des trois cultivars, il y a eu une proportion semblable de pousses secondaires, sauf deux exceptions : en Montérégie-Ouest, il y avait plus de pousses secondaires pour le cultivar Gem (khi-deux=10.027; ddl=2; p= 0.007) et au Saguenay-Lac-Saint-Jean, il y avait plus de pousses secondaires pour le cultivar Berry Blue (khi-deux= 6.316; ddl=2; p=0.043).

Il y a une différence significative entre les différents sites pour la prévalence des pousses secondaires ($X^2=20.436$; dl=7; p=0.005). Le Centre-du-Québec, la Montérégie-Est et la Montérégie-Ouest ont plus de pousses secondaires que les autres sites. Certains sites n'avaient pas (Lanaudière, Estrie) ou peu (Bas-Saint-Laurent) de pousses secondaires.

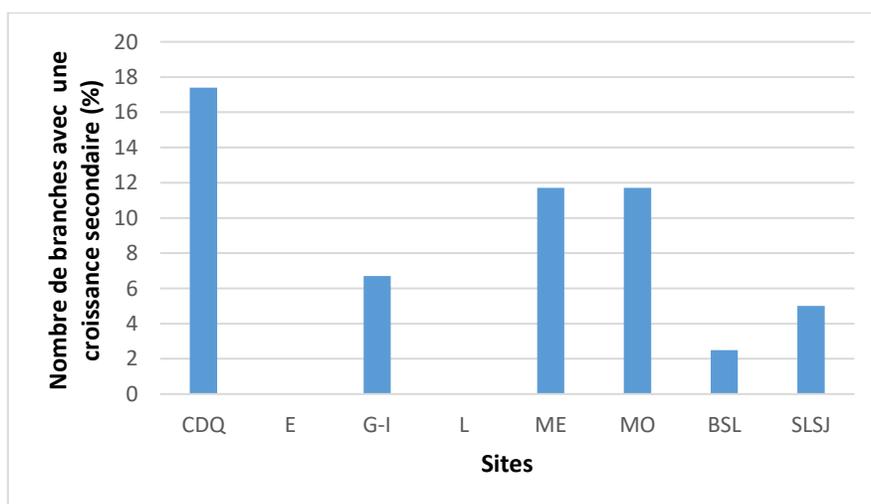


Figure 5: Nombre de pousses secondaires selon le site

3.3.2 Viabilité des bourgeons sur les pousses secondaires

La présence de pousses secondaires était trop faible pour faire des analyses statistiques de la viabilité des bourgeons sur celles-ci. Les résultats suggèrent toutefois que la viabilité des bourgeons sur les pousses secondaires est assez variable et qu'elle peut parfois être très bonne.

Ainsi, pour les sites du Centre-du-Québec et de la Gaspésie, le pourcentage de bourgeons viables était plus faible sur les pousses secondaires. Par contre, pour les sites de la Montérégie-Est et de la Montérégie-Ouest, bien qu'il y ait plus de 10% de pousses secondaires, leur présence a eu un impact minime sur la viabilité moyenne des bourgeons. Le Tableau 2 montre les différences de viabilité avec et sans les données des pousses secondaires. **Afin de ne pas inclure de biais pour les autres variables à l'étude, les observations provenant des pousses secondaires ont été omises des analyses suivantes.**

Tableau 2: Comparaison du pourcentage moyen de viabilité des bourgeons, avec ou sans les pousses secondaires, par site, à l'automne

Sites	Viabilité moyenne des bourgeons (%)		Différence
	SANS les pousses avec pousses secondaires	AVEC les pousses avec les pousses secondaires	
Centre-du-Québec	91,2	85,5	5,7
Estrie	84,2	84,2	0
Gaspésie	86,0	82,8	3,2
Lanaudière	76,1	76,1	0
Montérégie-Est	90,2	88,9	1,3
Montérégie-Ouest	87,7	89,0	-1,3
Bas-Saint-Laurent	94,4	93,9	0,5
Saguenay-Lac-Saint-Jean	85,2	84,7	0,5

Le tableau 3 compare les pourcentages de pousses secondaires avec le nombre moyen de degrés-jours du site (Agrométéo Québec), la présence de stress hydrique en 2018 (avis du conseiller régional du MAPAQ) et la teneur foliaire en azote (moyenne des 3 cultivars). Il semble y avoir plus de pousses secondaires lorsque l'irrigation estivale est régulière.

Tableau 3: Pourcentage de pousses secondaires, en lien avec le climat, l'irrigation et la teneur foliaire en azote

Sites	Nb total de pousses	% de pousses avec pousses secondaires	Degrés-jours base 0, 8 années/10	Stress hydrique en 2018 *	N foliaire moyenne 3 cultivars
Bas-Saint-Laurent	40	2,5	2163-2345	Probable	1,87
Centre-du-Québec	23	17,4	2529-2711	Irrigation relativement régulière	1,5
Estrie	61	0	2529-2711	Probable	2,58
Gaspésie-les Îles	60	6,7	2163-2345	Probable	2,43
Lanaudière	60	0	2896-3078	Oui	1,73
Montérégie-Est	60	11,7	2896-3078	Irrigation relativement régulière	2,26
Montérégie-Ouest	60	11,7	2896-3078	Irrigation régulière	1,97
Saguenay-Lac-Saint-Jean	60	5	2346-2528	Probable	2,42

*Selon l'avis du responsable du site pour le projet de phénologie ou selon l'agronome du producteur

3.4 Viabilité des bourgeons à l'automne

Globalement, la viabilité des bourgeons à l'automne variait de 72,0% à 95,0%.

3.4.1 L'influence du cultivar et du site

Il n'y a pas de différence significative entre les trois cultivars pour le pourcentage de viabilité avec la moyenne de tous les sites ($F(2, 395)=2.122, p=0.121$). Il y a toutefois une différence significative de viabilité entre les sites (Figure 6) ($F(7, 390) = 5.476, p<0.001$). La viabilité

automnale était plus grande pour le Centre-du-Québec, la Gaspésie, la Montérégie-Est, la Montérégie-Ouest et le Bas-Saint-Laurent par rapport à la Lanaudière. En considérant chaque site séparément, il n’y a pas de différence significative entre les cultivars sur chaque site ($F(11, 386)=1.774, p=0.057$).

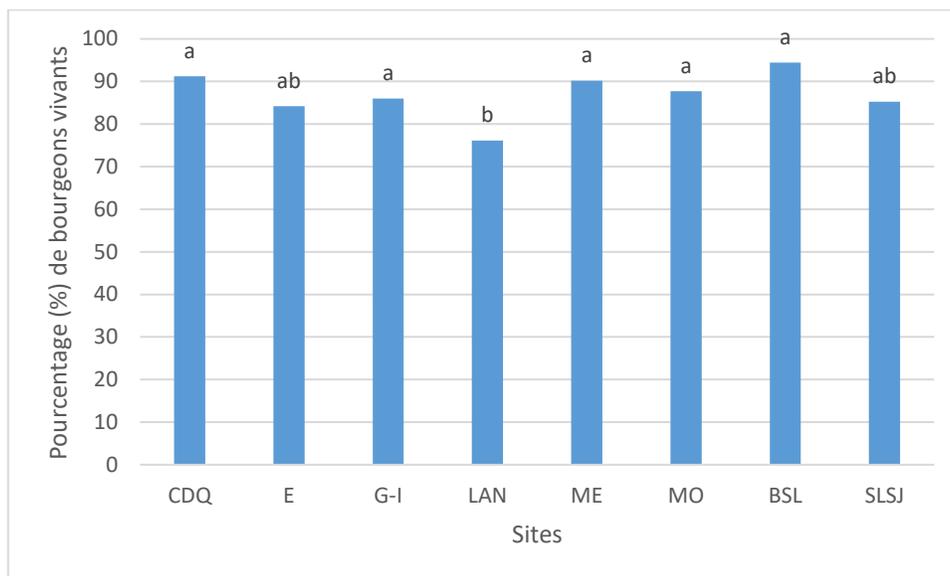


Figure 6: Viabilité automnale selon les sites. Deux sites avec une lettre différente avaient une différence significative.

3.4.2 L’influence de la vigueur des pousses

Il n’a pas de corrélation entre la vigueur des pousses (longueur ou diamètre) et la viabilité des bourgeons, tous cultivars confondus. (Longueur : $r = 0.031, n=398, p=0,536$; diamètre ($r=-0.16, n=398, p=0.750$). Ceci est également vrai pour chacune des régions sauf l’Estrie, où une corrélation entre la longueur des pousses et la viabilité des bourgeons est observée (Tableau 10 en annexe). Pour le site en Estrie, plus la pousse de l’année est longue, plus le pourcentage (%) de viabilité des bourgeons est élevé.

Si on compare les cultivars, tous les sites confondus, il n’y a pas de relation entre la vigueur de la pousse et la viabilité automnale (Tableau 11, en annexe).

En tenant compte des cultivars et des sites, il y a quelques corrélations significatives entre la vigueur des pousses et la viabilité automnale (Tableau 12, en annexe). Pour Treat en Montérégie-Ouest, plus le diamètre est grand, plus la viabilité est faible. Pour Gem du même site, plus la pousse est longue plus la viabilité augmente. Pour Berry Blue en Gaspésie et au Bas-Saint-Laurent, plus le diamètre augmente, plus la viabilité augmente.

3.4.3 L'influence de la position du bourgeon sur la pousse

Lorsque l'on considère les données de l'ensemble des sites et des cultivars, il existe une différence significative entre le taux de viabilité et la position des bourgeons sur le rameau (Khi-deux=17.895; dl=5; p=0.003). Il semble que les bourgeons apicaux ont une mortalité significativement plus importante (Tableau 4).

Tableau 4: Viabilité automnale des bourgeons en fonction de leur position sur la pousse (moyenne de tous les sites)

Emplacement	Viabilité
Apical	80,1%
Premier latéral	85,1%
Second latéral	85,9%
Troisième latéral	87,1%
Quatrième latéral	90,1%
Cinquième latéral	87,5%

En faisant l'analyse statistique site par site, tous cultivars confondus, cette tendance d'ensemble est observée pour les sites de Lanaudière, Montérégie-Est et Saguenay-Lac-Saint-Jean (Tableau 13, en annexe). Pour le site en Estrie, il y a une tendance significative inverse.

En analysant les données par cultivar sans tenir compte des sites, la plus faible viabilité des bourgeons apicaux est significative seulement pour le cultivar Berry Blue (Berry Blue : Khi-deux=48.135; ddl=5; p<0.001) (Gem : Khi-deux=5.056; ddl=5; p=0.409; Treat : Khi-deux=8.396; ddl=5; p=0.136).

En considérant un à un les cultivars et les sites (Tableau 14, en annexe), il y avait plus de mortalité vers l'apex et parfois moins de mortalité vers la base de la pousse pour les cas suivants : En Gaspésie-Les-Îles pour Treat, en Lanaudière pour Berry Blue et Treat, et en Montérégie-Est pour Berry Blue. Trois cas vont à l'encontre de la tendance générale. Ainsi, en Estrie pour Berry Blue et Gem, il y a plus de mortalité aux derniers latéraux. Aussi, en Montérégie-Ouest pour Treat, il y a plus de mortalité au 2e latérale et moins de mortalité à l'apex.

3.5 Viabilité des bourgeons en hiver

3.5.1 L'influence du cultivar et du site

L'analyse statistique démontre que, comme pour l'automne, il n'y a pas de différence significative entre les cultivars (

Tableau 15, en annexe) si on fait la moyenne de tous les sites ($F(2, 162)=0.216, p=0.806$).

Par contre, il y a une différence significative entre les sites sans tenir compte des cultivars ($F(2, 162)=3.833, p=0.024$)(Figure 7). Le site du Saguenay-Lac-Saint-Jean présente un taux de viabilité significativement plus élevé que celui du Centre-du-Québec.

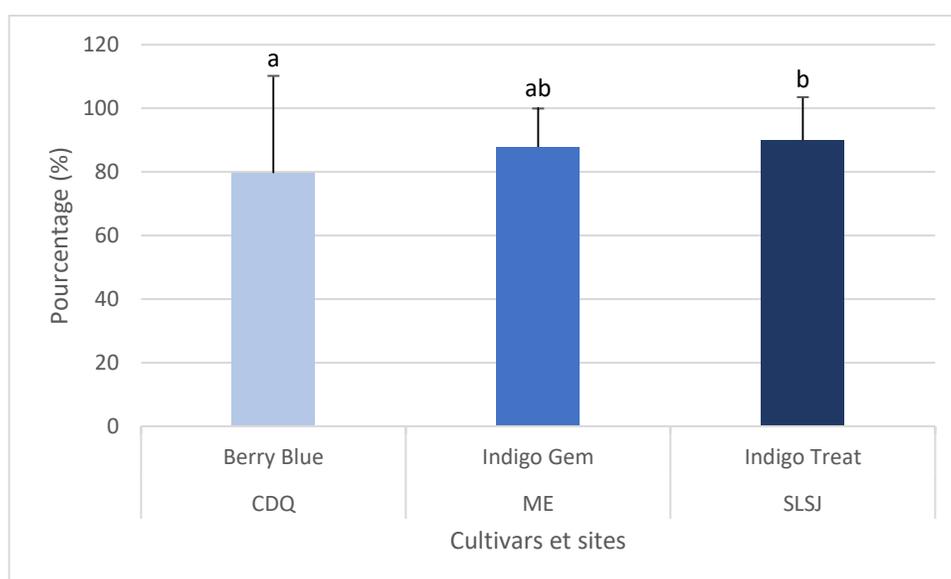


Figure 7: Viabilité hivernale moyenne selon les sites

3.5.2 L'influence de la vigueur des pousses

Aucune corrélation n'a été trouvée entre la vigueur des pousses (longueur ou diamètre) et la viabilité hivernale des bourgeons. Il n'y a pas de corrélation entre la vigueur des pousses (longueur ou diamètre) et la viabilité des bourgeons, tous sites et tous cultivars confondus (Longueur : $r = 0.095, n=127, p=0,287$; diamètre $r = 0.156, N= 127, p=0.08$). Ceci est également vrai pour chacun des sites, tous cultivars confondus (Tableau 15).

Tableau 15: Viabilité hivernale selon le cultivar, tous sites confondus

Statistiques descriptives				
Variable dépendante: vivant				
Sites	Cultivars	Moyenne	Écart type	N
Total	Berry Blue	87,23966	18,582561	58
	Gem	84,80755	26,030410	53
	Treat	84,80926	18,410162	54
	Total	85,66303	21,112773	165

Tableau 5: Relation entre la viabilité hivernale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le site

	Statistiques	
	Longueur	Diamètre
Centre-du-Québec	r = 0,006, n=19, p=0,981	r = 0,415, n=19, p=0,077
Montérégie-Est	r = 0,029, n=55, p=0,833	r = -0,003, n=55, p=0,984
Saguenay-Lac-Saint-Jean	r = 0,002, n=53, p=0,990	r = 0,070, n=53, p=0,619

En comparant les cultivars, tous les sites confondus, il n’y a pas de relation entre la vigueur de la pousse et la viabilité hivernale (Tableau 16, en annexe). Si on tient compte des cultivars et des sites, il n’y a pas de corrélation non plus (Tableau 17, en annexe).

3.5.3 L’influence de la position du bourgeon sur la pousse

Lorsque l’on considère les données de l’ensemble des sites et des cultivars, il existe une différence significative entre le taux de viabilité et la position des bourgeons sur la pousse (Khi-deux=17.462; ddl=5; p=0.004). Le nombre de bourgeons vivants est moindre à l’apex.

Avec une analyse statistique site par site, tous cultivars confondus, on retrouve cette même tendance seulement pour la Montérégie-Est (Tableau 6).

Tableau 6: Relation entre la position du bourgeon et sa viabilité hivernale, selon le site

Sites	Relation	Statistique
Centre-du-Québec	Non significatif	Khi-deux= 1.116; ddl= 5; p=0.953
Montérégie-Est	Significatif : Plus de mortalité au bourgeon apical qu'au latéraux	Khi-deux= 40,178; ddl= 5; p<0.001
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Non significatif	Khi-deux= 8.939; ddl= 5; p=0.112

Si on fait l'analyse par cultivar sans tenir compte des sites, la plus faible viabilité des bourgeons apicaux est significative seulement pour le cultivar Berry Blue (Berry Blue : Khi-deux=17.881; ddl=5; p=0.003; Gem : Khi-deux=4.783; ddl=5; p=0.443; Treat : Khi-deux=8.231; ddl=5; p=0.144).

En considérant un à un les cultivars et les sites (Tableau 7), la relation est significative seulement en Montérégie-Est pour Berry Blue et Treat et au Saguenay-Lac-Saint-Jean pour Berry Blue.

Tableau 7: Relation entre la position du bourgeon et sa viabilité hivernale, en considérant le site et le cultivar

Sites	Cultivar	Relation	Statistiques
Centre-du-Québec	Berry Blue	Non significatif	Khi-deux=4.046; ddl=5; p=0.543
Centre-du-Québec	Gem	Non significatif	Khi-deux=0.486; ddl=5; p=0.993
Centre-du-Québec	Treat	Non significatif	Khi-deux=6.046; ddl=5; p=0.302
Montérégie-Est	Berry Blue	Significatif : Plus de mortalité au bourgeon apical qu'au latéraux	Khi-deux=29.068; ddl=5; p<0.001
Montérégie-Est	Gem	Non significatif	Khi-deux=8.590; ddl=5; p=0.127
Montérégie-Est	Treat	Significatif : Plus de mortalité au bourgeon apical qu'au latéraux	Khi-deux=16.061; ddl=5; p=0.007
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Berry Blue	Significatif : Plus de mortalité au bourgeon apical qu'au latéraux	Khi-deux=13,703; ddl=5; p=0.018
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Gem	Non significatif	Khi-deux=9.645; ddl=5; p=0.086
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Treat	Non significatif	Khi-deux=9.106; ddl=5; p=0.105

3.6 Comparaison entre la viabilité automnale et hivernale

Nous avons comparé la viabilité automnale et hivernale seulement pour trois régions (Montérégie-Est, Centre-du-Québec et Saguenay-Lac-Saint-Jean). Il n'y a pas de différence significative entre la viabilité à l'automne et celle en hiver, tous cultivars et tous sites confondus ($F(1, 254)=1.820, p=0.179$).

3.6.1 L'interaction saison et site

L'interaction saison et sites a un effet significatif ($F(2, 250)=5.612, p=0.004$). Donc, l'influence de la saison sur la viabilité des bourgeons varie en fonction du site (Figure 8). Dès que les lignes du graphique se croisent, il y a une interaction significative.

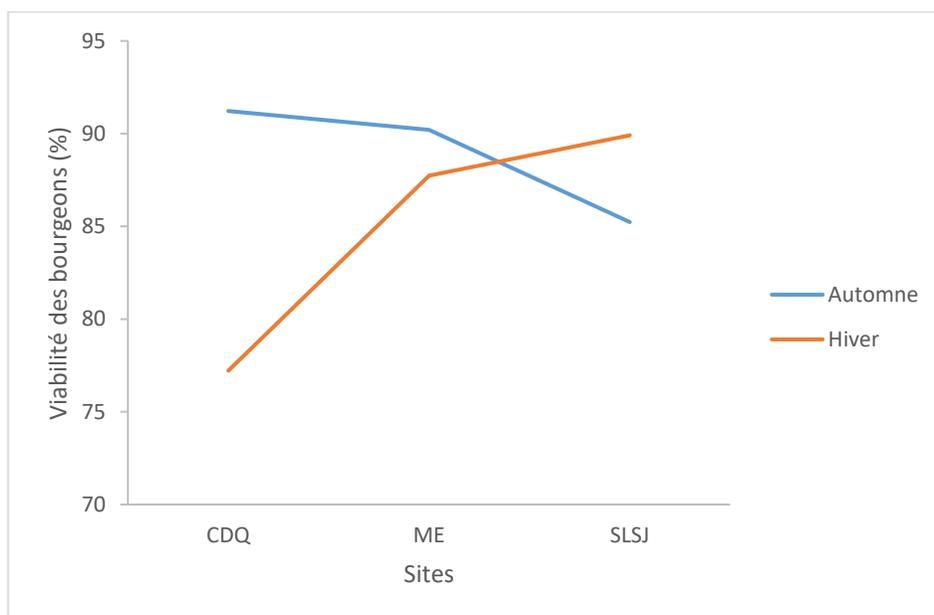


Figure 8: Viabilité selon les sites et les saisons, tous cultivars confondus

La viabilité des bourgeons est donc supérieure à l'hiver comparativement à l'automne pour le Saguenay-Lac-Saint-Jean, ce qui est contraire aux autres sites.

3.6.2 L'interaction saison, site et cultivar

Il y a également une interaction significative entre la saison, le site et le cultivar ($F(2, 241)=3.481, p=0.032$) (Figure 9).

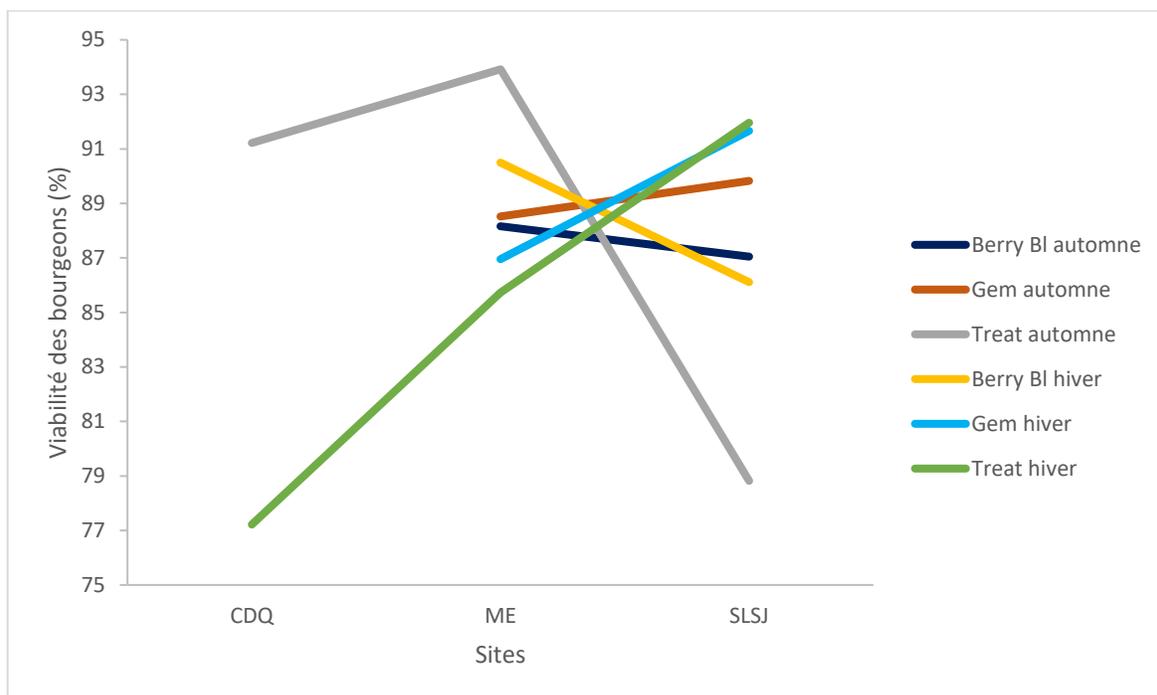


Figure 9: Viabilité selon le site, la saison et le cultivar

Pour le cultivar Treat, la viabilité est supérieure durant l'hiver au Saguenay-Lac-Saint-Jean, alors qu'elle est inférieure pour les deux autres régions. La même tendance se dessine à un moindre degré pour le cultivar Gem. Pour Berry Blue, la tendance est renversée et la viabilité est inférieure durant l'hiver au Saguenay-Lac-Saint-Jean, alors qu'elle est supérieure pour la Montérégie-Est.

3.7 Viabilité des bourgeons au printemps

Selon les données provenant du projet *Suivi de la croissance du camerisier : désignation des stades phénologiques et élaboration d'un modèle de degrés-jours pour le Québec* (Turcotte, et autres, 2020), la viabilité des bourgeons au printemps, pour 5 sites qui avaient aussi été observés à l'automne par nous a varié de 56,7-94,4%. Il n'y a pas eu d'analyse statistique de ces données pour établir les différences significatives. Elles sont incluses dans ce rapport seulement dans le but de déceler des tendances qui seraient à valider.

La viabilité des bourgeons au printemps est parfois semblable à la viabilité des bourgeons à l'automne, mais elle est parfois beaucoup plus faible. Au printemps, les bourgeons sains représentent moins de 80 % des bourgeons totaux dans 9 cas sur 15 et cette proportion est inférieure à 70% à 3 occasions (Tableau 8). Au niveau des sites, le site du Bas-Saint-Laurent se distingue par des taux de viabilité printanière plus faibles. Au niveau des cultivars, le cultivar Treat se distingue. Pour ce cultivar, l'écart entre la viabilité mesurée à l'automne et celle du printemps varie de 11,5 à 32,5 %. Pour les deux autres cultivars, l'écart dépasse 10% à une seule occasion, si on exclut le Bas-Saint-Laurent.

Tableau 8: Comparaison de la viabilité des bourgeons entre l'automne et le printemps

Sites	Cultivars	Viabilité moyenne à l'automne (%)	Viabilité moyenne au printemps (%)	Écart entre le printemps et l'automne (%)
Estrie	Berry Blue	89,0	91,1	-2,1
	Indigo Gem	78,9	73,3	5,6
	Indigo Treat	84,8	73,3	11,5
Gaspésie	Berry Blue	88,9	87,5	1,4
	Indigo Gem	77,8	85,6	-7,8
	Indigo Treat	91,3	58,9	32,4
Montérégie-Est	Berry Blue	88,2	80	8,2
	Indigo Gem	88,5	77,8	10,7
	Indigo Treat	93,9	76,7	17,2
Bas-St-Laurent	Berry Blue	95,0	67,8	27,2
	Indigo Gem	77,8	56,7	21,1
	Indigo Treat	93,8	56,7	37,1
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Berry Blue	87,0	94,4	-7,4
	Indigo Gem	89,8	92,2	-2,4
	Indigo Treat	78,8	66,7	12,1

4) Discussion

Chaque site est situé dans un climat régional différent, mais représente également un sol différent et une régie différente (fertilisation, irrigation, taille, etc.). L'âge des plants varie également d'un site à un autre. Dans le cadre de ce projet, toutes ces variables n'ont pas été contrôlées ni mesurées. Il n'est donc pas possible de préciser quel aspect du site a influencé les résultats.

De façon générale, le printemps 2018 était un peu plus frais que la normale, mais il y a eu d'importantes canicules dans plusieurs régions à la fin de juin et en juillet. Les conditions ont évidemment varié entre les différentes régions où se trouvaient les sites de ce projet, mais il est fort probable que les camerisiers de plusieurs sites, sinon tous, aient subi un stress hydrique plus important que lors d'une année plus typique. Cette étude est donc celle d'une année atypique et il ne faut pas présumer que les résultats obtenus représentent la réalité durant une année plus normale.

4.1 Croissance secondaire

Malgré la différence génétique importante qui oppose Berry Blue à Treat et Gem, aucun cultivar ne semble plus prédisposé à faire plus de pousses secondaires.

Les camerisiers au Centre-du-Québec, en Montérégie-Est et en Montérégie-Ouest avaient un nombre significativement plus élevé de pousses secondaires que ceux des autres sites. Les causes de cette différence pourraient potentiellement être d'ordre climatique ou pédologique. Elles pourraient aussi relever de la régie (fertilisation, irrigation, taille) ou de l'âge des plants. Il semble toutefois avoir plus de pousses secondaires lorsque l'irrigation estivale est régulière. Dans de telles conditions, il est probablement plus difficile pour le camerisier de maintenir l'écodormance.

Les résultats suggèrent que la viabilité automnale des bourgeons sur les pousses secondaires peut être bonne, même si l'échantillon est trop petit pour le prouver. Donc, la présence d'un nombre significatif de pousses secondaires au verger n'est pas *de facto* nuisible. Leur viabilité est toutefois variable d'un site à l'autre. Encore ici, il faudrait déterminer quels sont les facteurs du site qui influencent la mortalité des bourgeons sur ces pousses. Des facteurs tels que la date du début de la croissance secondaire ou les conditions (eau, nutrition, température) au moment de leur aoûtement pourraient avoir une influence. La présence d'embryons floraux dans les bourgeons secondaires n'a pas été validée.

4.2 Viabilité automnale

Les résultats démontrent qu'il est possible pour les camerisiers d'aborder l'hiver avec un très haut taux de viabilité – jusqu'à 95%, mais ceci n'est pas toujours le cas. Des valeurs aussi basses que 72% ont aussi été mesurées. La viabilité automnale est principalement influencée par le site et la position du bourgeon sur la pousse et elle est relativement peu influencée par le cultivar et la vigueur de la pousse.

Le manque d'influence du cultivar sur la viabilité suggère que les trois cultivars à l'étude étaient en mesure de former des bourgeons d'apparence viable sous tous les climats estivaux et automnaux représentés par les 8 sites en 2018. Il faut évidemment que ces bourgeons survivent à l'hiver et bourgeonnent au printemps, ce qui sera discuté plus loin.

En ce qui concerne l'influence du site, les cinq sites à forte viabilité - le Centre-du-Québec, la Gaspésie, la Montérégie-Est, la Montérégie-Ouest et le Bas-Saint-Laurent – sont situés dans des climats régionaux assez différents. Ceci suggère que la chaleur estivale excessive, bien présente en 2018 et encore plus en Montérégie, n'a pas beaucoup affecté la viabilité directement. Ce sont probablement d'autres facteurs propres à chaque site qui sont en cause. Les résultats des analyses foliaires pour ces cinq sites ne révèlent pas une tendance commune. Le site de Lanaudière, le seul site avec une viabilité significativement plus faible, a été éprouvé par une pénurie d'eau durant l'été 2018, mais il y a vraisemblablement eu des pénuries d'eau sur plusieurs sites.

L'adaptation des divers arbustes fruitiers au stress hydrique durant l'initiation florale est complexe. Chez les bleuetiers en corymbe, le stress hydrique durant l'initiation florale peut avoir un impact négatif sur la floraison de l'année suivante (Hanson & Longstroth, 2017). Une connaissance plus fine de l'impact du stress hydrique lors de différents moments du développement des bourgeons pourrait permettre d'accroître les rendements ou d'optimiser l'utilisation de l'eau d'irrigation disponible.

Le taux de viabilité du bourgeon apical est généralement inférieur aux autres bourgeons de la pousse. Le bourgeon apical est le premier à se former et il est aussi le bourgeon le plus exposé aux éléments. Il est également le bourgeon le plus souvent impliqué dans la floraison secondaire à l'automne, un phénomène parfois observé, mais somme toute assez mineur. Berry Blue est le cultivar le plus affecté, possiblement parce qu'il réagit plus rapidement à un signal climatique de réveil ou possiblement parce que ses pousses sont plus frêles et fragiles. D'un site à l'autre, les corrélations sont moins fortes et parfois erratiques. Comme pour l'influence du site sur la viabilité globale, les résultats suggèrent moins l'influence du climat régional et plus une influence d'autres facteurs propres à chaque site. Les bourgeons basaux sont généralement plus viables dans ce projet. Pour les aulnes et probablement d'autres arbres, les bourgeons d'arbres situés plus près de l'apex contiennent un plus grand nombre d'embryons de feuilles et de fleurs. Leur taux de bourgeonnement est plus élevé par

rapport aux bourgeons plus éloignés de l'apex (Kukk & Söber, 2015). Une telle relation n'a pas été validée dans cette étude.

L'influence de la vigueur de la pousse sur la viabilité automnale est relativement faible. Pourtant, les pousses de plus grand diamètre ont une plus grande superficie de xylème au point d'attache entre le bourgeon et la pousse, ce qui a une influence positive sur la formation des bourgeons (Kukk & Söber, 2015). Selon ces auteurs, la conductivité du chemin vasculaire vers le bourgeon est également importante. Dans le cadre du présent projet de recherche, un stress important *après* la fin de la croissance des pousses pourrait avoir compromis le chemin vasculaire de la pousse. Le stress hydrique important qui a sévi sur plusieurs sites durant l'été très chaud de 2018 pourrait avoir eu un tel impact.

4.3 Viabilité en hiver et sa corrélation avec la viabilité automnale

Le taux de viabilité hivernale - 76% à 92% - diffère peu du taux mesuré à l'automne - 72% à 95%. La viabilité hivernale suit les mêmes tendances que la viabilité automnale. Elle est influencée par le site et la position du bourgeon sur la pousse (surtout pour Berry Blue, comme à l'automne) et non par le cultivar ni la vigueur de la pousse. Un faible taux de viabilité de bourgeons ne semble pas être un phénomène normal pour les camerisiers, car ce taux est élevé sur plusieurs sites.

Au moins dans cette étude, la majorité des bourgeons morts ont dépéri avant l'hiver. Il est possible que les bourgeons soient morts lors de leur initiation ou durant l'été ou l'automne. Différents facteurs comme un déséquilibre nutritionnel, un stress hydrique ou thermique ou des conditions météorologiques inhabituelles pourraient être en cause. Les températures de l'automne 2018, clémentes, mais non chaudes jusqu'à la mi-novembre, tendent à infirmer l'hypothèse de dommages dus à un gel automnal hâtif.

Les pourcentages de viabilité pour Treat et Gem sont plus élevés en hiver qu'à l'automne au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Cette différence significative semble illogique. Il s'agit possiblement d'un effet du climat régional plus froid ou d'une autre particularité de ce site. Il est également difficile de comprendre pourquoi la viabilité hivernale de Berry Blue, qui a probablement une résistance plus grande au froid, est plus faible en hiver pour ce site. Il aurait fallu des données de plus de sites pour départager l'impact du site et du climat régional. Bien qu'il y ait eu 20 pousses récoltées par site, la grosseur de l'échantillon était peut-être trop petite ou bien la méthode d'échantillonnage trop variable (plusieurs échantillonneurs différents).

4.4 Viabilité au printemps

Il n'y avait pas beaucoup de différences entre la viabilité automnale et la viabilité hivernale. Il en est autrement lorsqu'on compare la viabilité automnale - 72,0% à 95,0% - avec celle du printemps - 56,7-94,4% - même s'il n'a pas été possible de faire une analyse statistique de la différence.

Pour expliquer cette différence, il est possible que des bourgeons soient morts à la fin de l'hiver ou tôt au printemps. À cette période, les camerisiers sont sortis de leur période d'endormance (dormance profonde sous contrôle hormonal) et peuvent se réveiller lors d'un redoux, pour ensuite subir des dommages lors de la reprise de temps froids. Toutefois, si tel était le cas, le cultivar Berry Blue serait le plus affecté, car il débourre le plus rapidement au printemps. Cependant, Berry Blue n'était pas le plus affecté, mais plutôt Treat.

On pourrait formuler l'hypothèse que les bourgeons de Treat, par leur génétique, ont tendance à avorter plus au printemps pour une raison qui resterait à déterminer. Toutefois, des données de viabilité printanière des bourgeons (Turcotte, *et al.*, 2020) pour 2017 et 2018 suggèrent que cette faible viabilité printanière des bourgeons de Treat n'a pas lieu systématiquement chaque année. Possiblement que ce cultivar, plus feuillu que les autres, était plus affecté par les conditions sèches et chaudes de l'été 2018. Sous de telles conditions, la connectivité entre le xylème des pousses et les bourgeons s'est probablement dégradée après la formation des bourgeons, et ceux-ci n'ont pas pu débourrer le printemps suivant.

Pour les autres cultivars, un grand écart entre la viabilité automnale et printanière ne s'est manifesté qu'au Bas-Saint-Laurent et pour Gem en Montérégie-Est. Un facteur non climatique et propre aux sites est probablement en jeu.

Une question fondamentale demeure : est-ce que les taux de mortalité observés ont un réel impact sur la productivité des camerisiers? Dans la culture de la vigne, on ne recommande pas d'ajuster la taille printanière pour une mortalité de bourgeons de moins de 15% (Martinson, sans date). Ce qui est sous-entendu par cette recommandation est qu'avec une mortalité de 0-15%, le cep va compenser la perte de bourgeons en faisant de plus grosses grappes. Chez le bleuet en corymbe (Grubinger, 2017), on considère qu'on peut éliminer jusqu'à 20% des bourgeons floraux par la taille sans avoir un impact sur le rendement, encore ici, avec une réaction de compensation de la part des bleuetiers. Dans le cadre de la présente étude, les moyennes de mortalité automnale se trouvent généralement dans l'intervalle de sécurité de 20% suggéré par d'autres cultures fruitières. On peut donc penser que la mortalité des bourgeons à l'automne ou l'hiver n'est pas si problématique, au moins pour l'année 2018. Toutefois, la mortalité mesurée au printemps est généralement plus que 20%. La possibilité d'une perte significative de rendements devient alors réelle. Ce point important reste à valider. Il est possible que les camerisiers possèdent une bonne capacité de compenser

la perte de bourgeons, par la production de plus de fruits sur les bourgeons restants ou par la production de fruits plus gros sur les bourgeons restants.

5) Conclusion

Cette étude donne un premier portrait du comportement des bourgeons des camerisiers au Québec durant et après un été très chaud. Elle permet d'éclaircir plusieurs points.

Les pousses secondaires sont plus présentes sur certains sites, possiblement en lien avec une régie d'irrigation plus régulière. Ces pousses n'ont pas nécessairement des bourgeons moins viables. Un ou plusieurs facteurs liés au site influencent leur viabilité. Ces facteurs restent à déterminer.

La viabilité automnale des bourgeons varie passablement sous l'influence du site et peu sous l'influence du cultivar. Il n'a pas été possible dans le cadre de cette étude d'élucider quels aspects du site pouvaient être en cause. Le bourgeon apical est plus sensible à la mortalité que les autres, mais étant donné les taux de viabilité observés cela ne semble pas nécessairement problématique. Les branches plus vigoureuses n'avaient pas de meilleurs taux de viabilité.

Durant cette étude, la mortalité des bourgeons a été largement déterminée à l'automne, de sorte que l'hiver n'a pas causé de mortalité supplémentaire significative. La viabilité observée à l'automne ou en hiver semble normale ou au moins typique, comparée à celle observée dans d'autres cultures fruitières.

Lorsque mesurée au champ au printemps, la viabilité des bourgeons était parfois moindre que la viabilité automnale, en particulier pour le cultivar Treat. Cette plus faible viabilité des bourgeons de Treat pourrait s'expliquer par une plus faible tolérance à la sécheresse de ce cultivar. Ce point est à valider. De façon générale, la capacité qu'ont les camerisiers pour compenser la perte de bourgeons en faisant plus de fruits ou des fruits plus gros sur les bourgeons restants est également à valider.

Si l'observation de la viabilité des bourgeons devient une pratique courante chez les producteurs de camerises, comme elle l'est pour la vigne et le bleuet en corymbe, il faudrait valider la corrélation entre la méthode de la coupe des bourgeons et la viabilité réelle au printemps.

6) Références

Agrométéo Québec. Sans date. Atlas agroclimatique. Degrés-jours (base 0°C), du 1e avril au 31 octobre, probabilité de 8 années sur 10. Climat actuel 1979-2008. Agrométéo Québec, [En ligne]. http://www.agrometeo.org/index.php/atlas/map/probabilite_de_8_annees_sur_1031/base0/1979-2008/false (Page consulté le 4 décembre 2020).

BORS, B. sans date. Growing Haskap in Canada. University of Saskatchewan Fruit Program, [En ligne]. <https://researchgroups.usask.ca/fruit/documents/haskap/growinghaskapinCanada.pdf> (Page consulté le 4 décembre 2020).

GERBRANDT, E. M., R. H. BORS, R. N. CHIBBAR et T. E. BAUMANN. 2018. Blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) vegetative growth cessation and leaf drop phenological adaptation to a temperate climate. *Genet Resour Crop Evol*: 1471–1484.

GRUBINGER, V. 2017. Pruning Highbush Blueberries. Vermont Vegetable and Berry Grower Pages. University of Vermont, [En ligne]. <https://www.uvm.edu/vtvegandberry/factsheets/PruningHighbushBlueberries.html> (Page consulté le 4 décembre 2020).

HANSON, E., et M. LONGSTROTH. 2017. Don't neglect late-season irrigation of blueberries. *Fruit Grower's News*. Michigan State University, [En ligne]. https://www.canr.msu.edu/news/dont_neglect_late_season_irrigation_of_blueberries (Page consulté le 4 décembre 2020).

KUKK, M., et A. SÖBER. 2015. Bud development and shoot morphology in relation to crown location. *AoB PLANTS* 7: plv082; doi:10.1093/aobpla/plv082, [En ligne]. <https://academic.oup.com/aobpla/article/doi/10.1093/aobpla/plv082/1798645> (Page consulté le 4 décembre 2020).

MARTINSON, T. 2011. How Grapevine Buds Gain and Lose Cold-hardiness. *Viticulture and Enology*. Cornell College of Agriculture and Life Sciences, [En ligne]. <https://grapesandwine.cals.cornell.edu/newsletters/appellation-cornell/2011-newsletters/issue-5/how-grapevine-buds-gain-and-lose-cold/> (Page consulté le 4 décembre 2020).

ONE GREEN WORLD NURSERY. sans date. Berry Blue Honeyberry - Early Blooming, [En ligne]. <https://onegreenworld.com/product/berry-blue-2/> (Page consulté le 4 décembre 2020).

TURCOTTE, C. et collègues. 2021. Suivi du développement du camerisier : désignation des stades phénologiques et élaboration de modèles bioclimatiques pour le Québec. *MAPAQ et AAC*. 12 p. (À paraître)

7) Annexes

Tableau 9: Analyse foliaire par site et par cultivar

Date échantillonnage	Sites	Cultivar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Al (ppm)
	BSL	Berry Blue	1,98	0,22	1,31	1,62	0,26	0,22	20	6	13	86	50	22
2019-07-19	BSL	Gem	1,85	0,19	0,63	1,44	0,3	0,19	14	9	17	117	32	29
	BSL	Treat	1,79	0,23	1,09	1,24	0,3	0,22	15	8	19	84	29	24
	CDQ	Berry Blue	1,6	0,18	0,9	1,84	0,68		58,3	5,46	17,2	34,4	45,6	16,4
2019-07-25	CDQ	Gem	1,58	0,19	0,7	2,22	0,45		77,6	5,47	14	32	48,3	19,3
	CDQ	Treat	1,31	0,14	0,92	2,03	0,58		43,4	4,07	11,9	37,6	48,6	36,4
	E	Berry Blue	2,71	0,26	1,26	1,98	0,42	0,2	52	10	27	66	42	16
ND	E	Gem	2,62	0,16	1,18	2,05	0,32	0,19	33	9	23	105	48	17
	E	Treat	2,41	0,18	1,12	2	0,32	0,18	31	10	26	71	42	12
2019-07-31	G-I	Berry Blue	2,63	0,28	0,61	2,32	0,68	0,26	71	10	38	37	42	15
	G-I	Gem	2,24	0,22	0,59	3,15	0,54	0,19	65	11	30	50	42	22
	G-I	Treat	2,42	0,2	0,69	2,58	0,44	0,19	63	11	32	56	41	14
2019-07-31	LAN	Berry Blue	1,8	0,37	0,92	2,09	0,47		69,2	4,2	32,9	24	72,6	44
	LAN	Gem	1,7	0,22	0,82	2,33	0,34		58,6	5	32,8	42,3	84,5	53
	LAN	Treat	1,7	0,29	1,03	2,3	0,32		45,5	5	35,4	49	62,3	37
2019-07-10	ME	Berry Blue	2,37	0,2	1,35	1,97	0,31	0,16	26	6	38	175	44	22
	ME	Gem	2,14	0,16	1,24	2,01	0,21	0,14	20	7	37	134	50	27
	ME	Treat	2,26	0,16	1,28	1,49	0,23	0,14	23	8	38	100	38	15
	MO	Berry Blue	2,1	0,28	0,46	2,67	0,83		62,9	5,2	44,1	26,5	82,2	56
2019-07-25	MO	Gem	1,9	0,16	0,59	2,67	0,43		55,7	5,4	41,5	35	66,9	53
	MO	Treat	1,9	0,16	0,6	2,62	0,51		53,3	6,5	38,4	18,5	72,9	52
2019-07-24	SLSJ	Berry Blue	2,61	0,28	1,29	2,14	0,3	0,22	49	8	18	24	38	<10
	SLSJ	Gem	2,33	0,15	1,06	1,91	0,2	0,16	36	9	13	38	40	13
	SLSJ	Treat	2,33	0,18	1,11	1,86	0,22	0,16	43	10	15	41	46	11

Tableau 10: Relation entre la viabilité automnale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le site

	Corrélation	Statistique
Bas-Saint-Laurent	Non	Longueur: (r=0.85, n=39, p=0.609), Diamètre: (r=0.143, n=39, p=0.387)
Centre-du-Québec	Non	Longueur: (r=-0.219, n=19, p= 0.368), Diamètre: (r=-0.275, n=19, p=0.255)
Estrie	Oui	Longueur: (r=0.255, n=61, p=0.047), Diamètre: (r=0.154, n=61, p=0.235)
Gaspésie-les-Îles	Non	Longueur: (r=0.172, n=56, p=0.205), Diamètre: (r=0.152, n=56, p=0.262)
Lanaudière	Non	Longueur: (r=0.179, n=60, p=0.172), Diamètre: (r=0.063, n=60, p=0.632)
Montréal-Est	Non	Longueur: (r = -0,155, n=53, p=0,268), Diamètre: (r = -0,167, n=53, p=0,233)
Montréal-Ouest	Non	Longueur: (r=0.007, n=53, p=0.961), Diamètre: (r=-0.206, n=53, p=0.139)
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Non	Longueur: (r=-0.091, n=57, p=0.502), Diamètre: (r=-0.151, n=57, p=0.263)

Tableau 11: Relation entre la viabilité automnale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le cultivar

	Corrélation	Statistique
Berry Blue	Non	Longueur: (r=0.16, n=135, p=0.855), Diamètre: (r=-0.060, n=135, p=0.492)
Gem	Non	Longueur: (r= 0.059, n= 110, p=0.543), Diamètre: (r=0.093, n=110, p=0.332)
Treat	Non	Longueur: (r=-0.031, n=153, p=0.701), Diamètre: (r=-0.074, n=153, p=0.362)

Tableau 12: Relation entre la viabilité automnale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le cultivar et le site

	Cultivars	Corrélation	Statistique	
			Longueur	Diamètre
Montérégie-Est	Treat	Non	r=0.148, n=17, p=0.571	r=-0.026, n=17, p=0.920
	Gem	Non	r=-0.139, n= 16, p= 0.607	r=-0.188, n=16, p=0.485
	Berry Blue	Non	r=-0.080, n=20, p=0.739	r=-0.096, n=20, p=0.688
Montérégie-Ouest	Treat	Oui pour le diamètre	r=-0.454, n=19, p=0.051	r=-0.470, n=19, p=0.042
	Gem	Oui pour la longueur	r=0.611, n=14, p=0.020	r=0.338, n=14, p=0.237
	Berry Blue	Non	r=-0.097, n=20, p=0.685	r=-0.203, n=20, p=0.391
Centre-du-Québec	Treat	Non	r=-0.219, n=19, p=0.368	r=-0.275, n=19, p=0.255
Gaspésie- les-Îles	Treat	Non	r=-0.094, n=18, p=0.710	r=-0.226, n=18, p=0.368
	Gem	Non	r=0.137, n=20, p=0.565	r=0.100, n=20, p=0.676
	Berry Blue	Oui	r=0.642, n=18, p=0.004	r=0.554, n=18, p=0.017
Estrie	Treat	Non	r=0.331, n=21, p=0.143	r=0.231, n=21, p=0.314
	Gem	Non	r=0.438, n=20, p=0.053	r=0.011, n=20, p=0.963
	Berry Blue	Non	r= -0.012, n=20, p= 0.960	r=0.062, n=20, p=0.794
Lanaudière	Treat	Non	r=-0.160, n=20, p=0.500	r=-0.186, n=20, p=0.433
	Gem	Non	r=0.224, n=20, p=0.343	r=0.216, n=20, p=0.361
	Berry Blue	Non	r= 0.082, n= 20, p= 0.732	r=-0.247, n=20, p=0.294
Bas-Saint-Laurent	Treat	Non	r=-0.011, n=19, p=0.964	r=-0.164, n=19, p=0.503
	Berry Blue	Oui pour le diamètre	r=0.085, n= 20, p=0.721	r= 0.475, n=20, p= 0.034
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Treat	Non	r=0.155, n=20, p=0.515	r=0.288, n=20, p=0.219
	Gem	Non	r=-0.219, n= 20, p=0.353	r=-0.198, n=20, p=0.402
	Berry Blue	Oui pour le diamètre	r=-0.364, n=17, p=0.151	r=-0.512, n=17, p=0.036

Tableau 13: Relation entre la position du bourgeon et sa viabilité automnale, selon le site, tous cultivars confondus

Sites	Corrélation	Statistique
Bas-Saint-Laurent	Non-significatif	Khi-deux=8.250; ddl=5; p =0.143
Centre-du-Québec	Non-significatif	Khi-deux=6.138; ddl=5; p =0.293
Estrie	Significatif. Plus de mortalité au 5l et moins au 1l et au 2l.	Khi-deux=24.543; ddl=5; p<0.001
Gaspésie-les-Îles	Non-significatif	Khi-deux=9.016; ddl=5; p=0.108
Lanaudière	Significatif : plus de mortalité au A et au 1l. Moins de mortalité au 4l et au 5l.	Khi-deux=36.345; ddl=5; p<0.001
Montérégie-Est	Significatif : plus de mortalité au A.	Khi-deux=20.409; ddl=5; p=0.001
Montérégie-Ouest	Non significatif	Khi-deux=3.679; ddl=5; p=0.597
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Significatif : moins de mortalité au 5l et plus de mortalité au A.	Khi-deux=12.856; ddl=5; p=0.025

Tableau 14: Relation entre la position du bourgeon et sa viabilité automnale, en considérant le site et le cultivar

A = apex; l = latérale

Sites	Cultivar	Corrélation	Statistiques
Bas-Saint-Laurent	Berry Blue	Non significatif	Khi-deux= 6.316; ddl= 5; p= 0.277
Bas-Saint-Laurent	Treat	Non significatif	Khi-deux=8.388; ddl= 5; p=0.136
Centre-du-Québec	Treat	Non significatif	Khi-deux=6.138; ddl= 5; p=0.293
Estrie	Berry Blue	Significatif : Il y a plus de mortalité au 5l	Khi-deux= 12.415; ddl= 5; p= 0.030,
Estrie	Gem	Significatif : Plus de mortalité au 4l et au 5l et moins de mortalité aux 1l et au 2l.	Khi-deux=27.556; ddl= 5; p<0.001
Estrie	Treat	Non significatif	Khi-deux=3.174; ddl= 5; p=0.673
Gaspésie-les-Îles	Berry Blue	Non significatif	Khi-deux=8.506; ddl= 5; p=0.130
Gaspésie-les-Îles	Gem	Non significatif	Khi-deux=10.828; ddl= 5; p=0.055
Gaspésie-les-Îles	Treat	Significatif : Plus de mortalité au A.	Khi-deux=19.571; ddl=5; p=0.002
Lanaudière	Berry Blue	Significatif : Plus de mortalité au A et 1l. Moins de mortalité au 4l et 5l.	Khi-deux=20.290; ddl= 5; p=0.001
Lanaudière	Gem	Non-significatif	Khi-deux=8.046; ddl= 5; p=0.154
Lanaudière	Treat	Significatif : Plus de mortalité au A, 1l et 2l. Moins de mortalité au 5l	Khi-deux= 17.809; ddl=5; p=0.003
Montérégie-Est	Berry Blue	Significatif : Plus de mortalité au A	Khi-deux= 24.593; ddl= 5; p<0.001
Montérégie-Est	Gem	Non-significatif	Khi-deux= 9.577; ddl= 5; p=0.088
Montérégie-Est	Treat	Non-significatif	Khi-deux= 3.403; ddl= 5; p=0.638
Montérégie-Ouest	Berry Blue	Non-significatif	Khi-deux= 3.314; ddl= 5; p=0.652
Montérégie-Ouest	Gem	Non-significatif	Khi-deux= 6.170; ddl= 5; p=0.290
Montérégie-Ouest	Treat	Significatif : Plus de mortalité au 2l et moins de mortalité au A.	Khi-deux=15.042; ddl=5 ; p=0.010
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Berry Blue	Non-significatif	Khi-deux= 10.501; ddl= 5; p=0.062
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Gem	Non-significatif	Khi-deux= 9.056; ddl= 5; p=0.107
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Treat	Non-significatif	Khi-deux= 8.075; ddl= 5; p=0.152

Tableau 15: Viabilité hivernale selon le cultivar, tous sites confondus

Statistiques descriptives				
Variable dépendante: vivant				
Sites	Cultivars	Moyenne	Écart type	N
Total	Berry Blue	87,23966	18,582561	58
	Gem	84,80755	26,030410	53
	Treat	84,80926	18,410162	54
	Total	85,66303	21,112773	165

Tableau 16: Relation entre la viabilité hivernale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le cultivar

	Statistiques	
	Longueur	Diamètre
Berry Blue	r = 0,097, n=55, p=0,482	r = 0.077, n=55. P=0.575
Gem	r = 0,103, n=53, p=0,463	r = 0.116, n=53. P=0.407
Treat	r = -0,084, n=37, p=0,622	r = 0.248, n=37. P=0.139

Tableau 17: Relation entre la viabilité hivernale et la vigueur des pousses (longueur et diamètre) selon le cultivar et le site

	Cultivars	Statistique	
		Longueur	Diamètre
Montérégie-Est	Treat	r = -0,184, n=18, p=0,466	r = 0,034, n=18, p=0,892
	Gem	r = -0,356, n=17, p=0,160	r = 0,321, n=17, p=0,209
	Berry Blue	r = 0,255, n=20, p=0,278	r = -0,217, n=20, p=0,358
Centre-du-Québec	Treat	r = 0,006, n=19, p=0,981	r = 0,415, n=19, p=0,077
	Gem	r = 0,001, n=18, p=0,998	r = -0,216, n=18, p=0,389
	Berry Blue	r = 0,140, n=20, p=0,557	r = 0,254, n=20, p=0,281
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Treat	r = 0,002, n=53, p=0,990	r = 0,070, n=53, p=0,619
	Gem	r = 0,110, n=18, p=0,665	r = 0,171, n=18, p=0,498
	Berry Blue	r = 0,194, n=18, p=0,440	r = 0,129, n=18, p=0,611