



## LE GEL HIVERNAL

### Introduction

Le gel hivernal est un problème fréquent dans les bleuetières aménagées. Les dommages occasionnés par le gel réduisent le rendement, car ils nuisent à la croissance et au développement des tissus végétaux essentiels à la production de fruits. Les dommages peuvent être observés sur les rhizomes, les tiges et les bourgeons.

Le seuil de résistance du bleuetier au gel hivernal est de  $-25\text{ °C}$  entre décembre et mars. Il faut savoir qu'il y a une variation clonale dans la résistance au froid. Certains clones pourraient résister à une température de  $-28\text{ °C}$  (Urbain 2007). Selon une étude réalisée en conditions contrôlées, la variation irait de  $-20\text{ °C}$  à  $-40\text{ °C}$  (Cappiello et Dunham, 1994). Il faut cependant considérer que cette étude n'inclut pas l'effet non négligeable, mais difficile à chiffrer, de l'exposition au vent des plants. Aussi, lorsqu'il y a une couverture de neige tout au long de la saison, son effet isolant protège le bleuetier contre les températures hivernales.

Les dommages hivernaux peuvent être classés en trois catégories : le gel automnal tardif, la température minimale extrême et l'action du vent (tableau 1).

**Tableau 1 : Description des gels hivernaux** (adapté de Fortin et coll., s.d. NB)

Type de gel hivernal	Description
Gel automnal tardif	Survient brusquement tard à l'automne. Il est de courte durée et se produit toujours avant les premières neiges. Les pertes ne sont donc pas reliées à la gestion du couvert de neige.
Température minimale extrême	Des enregistrements de température minimale sous les normales saisonnières surviennent occasionnellement de novembre à mars. Des dommages apparaissent lorsque cette température est inférieure au seuil de tolérance au gel des bourgeons floraux ou des bourgeons végétatifs et lorsque les plants de bleuets ne sont pas recouverts de neige.
Action du vent	Aux faibles températures qui causent des dommages aux plants découverts s'ajoute l'effet de la dessiccation (dessèchement) par le vent. Le vent cause l'augmentation de l'évapotranspiration et ainsi le dessèchement du plant. Comme le sol est gelé, la tige peut mourir de dessiccation une fois qu'elle a perdu toute l'eau qu'elle contient. Des tissus qui normalement à la mi-décembre devraient survivre à des températures de $-25\text{ °C}$ peuvent souffrir si de fortes rafales sont présentes. Les dommages associés au vent sont amplifiés par l'abrasion causée par la glace et la neige qu'il transporte.

## Gel des rhizomes

Le rhizome du bleuetier peut être détruit à la suite d'un gel hivernal. Les températures sous le seuil de tolérance, l'accumulation d'eau et la formation de glace, lorsque le sol à nu est gelé à la fin de l'automne et pendant l'hiver causent la mort des rhizomes, donc des plants. Ce phénomène se rencontre surtout dans les champs fauchés ras à l'automne (figure 1). Lorsqu'une couche de neige vient recouvrir rapidement la glace, l'effet isolant de cette dernière offre une protection contre le gel et la mortalité des rhizomes.



Figure 1 : Mortalité des rhizomes dans un champ fauché ras à l'automne

© MAPAQ Direction régionale Saguenay–Lac-Saint-Jean

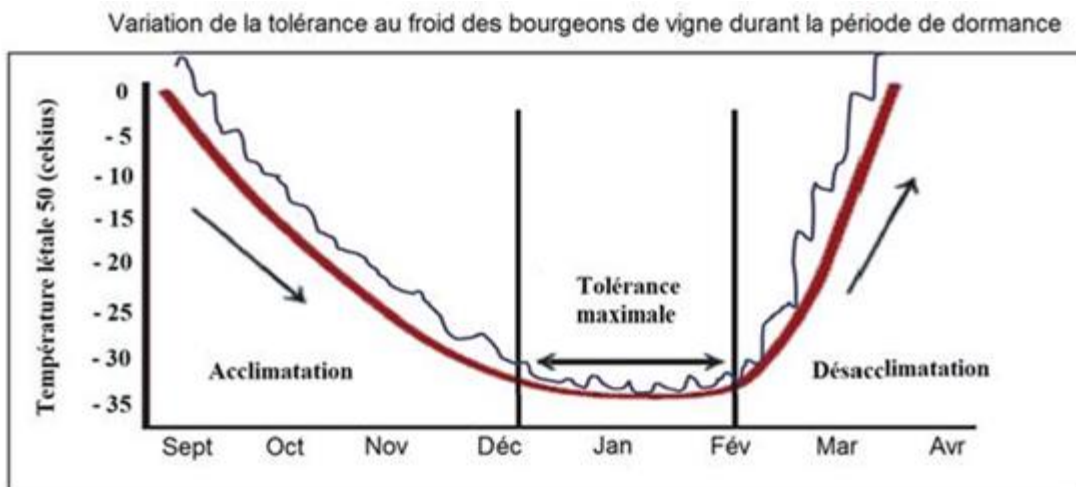
## Gel des tiges et bourgeons

### Processus d'endurcissement

Chez les plantes ligneuses pérennes des zones tempérées, il y a deux phénomènes pour la préparation à l'hiver. D'abord, à la fin de l'été ou au début de l'automne, les plantes entrent en dormance. Cela consiste au ralentissement des processus métaboliques de la plante et consécutivement à l'arrêt de la photosynthèse et de la croissance. Puis, pendant l'automne, à la suite des premières gelées, l'endurcissement au froid s'initie. Il est stimulé par la diminution du nombre d'heures de lumière et de la température.

Le niveau d'endurcissement au froid des bourgeons dépend de plusieurs facteurs, dont la longueur de la saison de végétation (et le début de la dormance), l'écart des températures entre la nuit et le jour, la fertilisation, les variations des températures tout au long de la saison de dormance (Urbain, 2003, Dufour 2004) et la génétique (L. Beers, com. pers.). Donc, les saisons où les alternances gel-dégel sont fréquentes peuvent être critiques, car un retour rapide du gel après une période de désendurcissement peut entraîner des dommages. C'est le cas au printemps, bien entendu, mais les fluctuations de température en automne peuvent aussi avoir un effet important, de même qu'en hiver si le couvert nival est anormalement mince.

Plus le refroidissement automnal sera graduel (L. Beers, com. pers.) et régulier (Kalcsits et coll., 2009), plus les bourgeons auront une résistance élevée. Le niveau d'endurcissement maximal serait atteint en janvier ou février, du moins dans les bleuétières du Maine (Cappiello et Dunham, 1994). Le graphique 1 qui se rapporte à la vigne illustre la variation de la tolérance au froid des bourgeons pendant les mois de septembre à avril.



Adapté de : Winter Injury to grapevine, Bulletin E2930, Michigan State University.

Graphique 1 : Variation de la tolérance au froid des bourgeons de la vigne pendant les mois de septembre à avril

Un autre aspect de la physiologie du bleuetier qui aide à comprendre la particularité de l'endurcissement au froid est que les primordia floraux (ébauches de fleurs) dans le bourgeon apical et les bourgeons situés au sommet sont moins résistants que les tissus composant les tiges. À partir du 4<sup>e</sup> bourgeon floral en descendant vers le bas de la tige, une plus grande résistance au froid a été observée (figure 2). Les bourgeons au sommet sont donc plus sensibles. Cela se répercute visuellement sur le terrain à la suite d'un gel. On observe des tiges sans fleur au sommet et quelques fleurs ouvertes au bas de la tige lorsque la neige n'a pas entièrement recouvert les bourgeons floraux (figure 3). Aussi, puisque le primordium floral au sommet de la tige se réacclimata plus tôt, il est donc le premier à fleurir. Il montre aussi une réponse plus forte aux réchauffements abrupts printaniers que les autres tissus (Cappiello et Dunham, 1994).

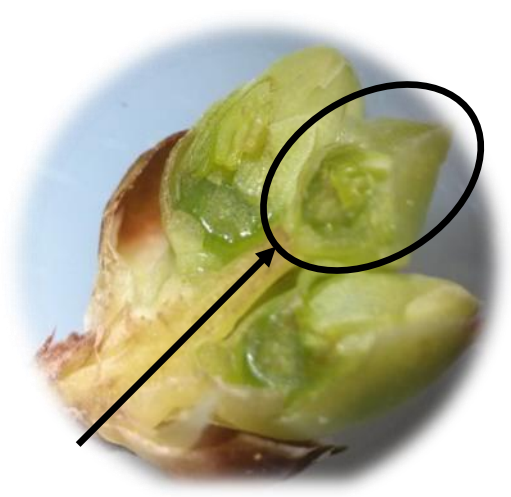


Figure 2 : Exemple d'un primordium floral sur un bourgeon avancé (stade F2)  
© CCB



Figure 3 : Exemple d'un gel sur le haut de la tige – on observe des fleurs au bas de la tige  
© CCB

### Visualisation des dommages causés par le gel sur les tiges

Le gel est reconnaissable par le noircissement des tiges, surtout à leur extrémité (figure 4). L'importance des dommages est directement liée à l'épaisseur de la couverture de neige. Les dommages sont identifiables lors du débourrement du bleuetier. Les bourgeons et les tiges les plus affectés par le gel sont desséchés et teintés d'une couleur brun foncé (figure 5).



Figure 4 : Extrémité d'un plan affecté par le gel  
© MAPAQ Direction régionale Saguenay–Lac-Saint-Jean



Figure 5 : Vue générale d'une bleuëtière affectée par le gel  
© MAPAQ Direction régionale Saguenay–Lac-Saint-Jean

## Visualisation des dommages causés par le gel sur les bourgeons floraux

Le brunissement des tissus est un symptôme visible de l'effet du gel et il résulte notamment de la formation de cristaux de glace dans le tissu qui causent la dégradation des cellules (Laplante, 2003 – figure 6). Les cristaux de glace se forment lorsque la température dans le bourgeon atteint le seuil minimal thermique spécifique à chaque espèce. Dans le bourgeon, on peut observer les ébauches florales, au nombre de 3 à 6. Une ébauche florale vivante sera complètement verte ou dans une proportion de plus de 50 %. Cependant, dans ce dernier cas, la présence de tissu brun nécrosé (mort) signifie qu'il y a peu d'ovules sains et que même si la fleur s'ouvre, ses chances de pollinisation sont minces. Enfin, il y a des ébauches florales complètement brunes, donc mortes (figure 7).

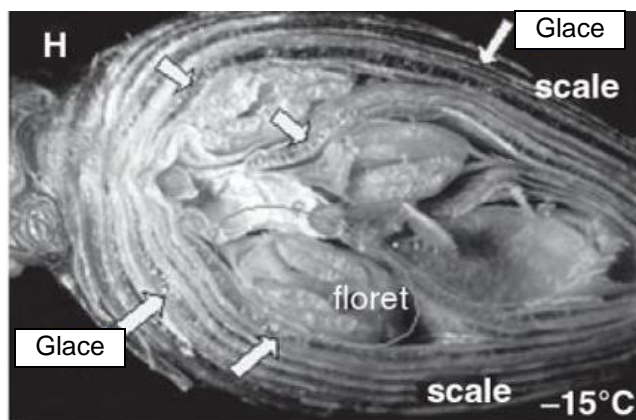
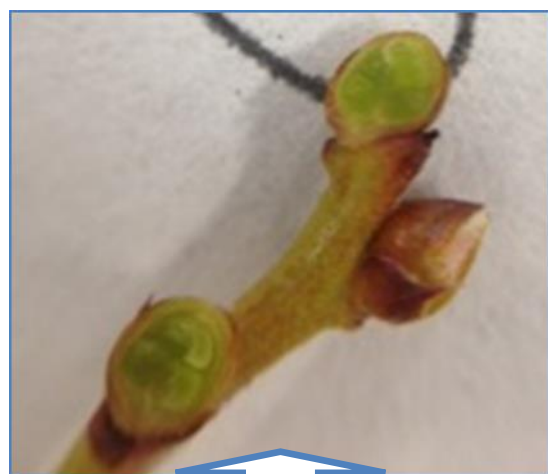


Figure 6 : Cristaux de glaces (petites boules) dans un bourgeon d'azalée  
*Ishikawa et coll., 2009*



Bourgeons sains  
© Hillary Morin, U. du Maine

Bourgeon avec dommages hivernaux (côté à 20 % vert)  
© Hillary Morin, U. du Maine



Bourgeon complètement mort  
© CCB

Figure 7 : Visualisation des symptômes de gel dans les bourgeons sectionnés

## Méthodologie pour l'évaluation des dommages

### Méthode du verre d'eau (méthode lente)

Pour vérifier l'état des plants pendant les mois de décembre à avril, on coupe des tiges de bleuetiers aléatoirement dans le champ et on les dépose dans l'eau (figure 8). Puisque les bleuetiers pourraient avoir été affectés par le gel hivernal en début de saison, il est recommandé de prendre aussi des plants sous la neige pour les évaluations. Il faut ensuite attendre la floraison des tiges. Le temps d'attente avant de voir apparaître des fleurs sera variable selon le moment de récolte des tiges; une éclosion plus longue dans les premiers mois d'hiver et environ 2 semaines pour les mois de mars et avril (figure 9). On doit s'attendre à 5 ou 6 fleurs par bourgeon. Une éclosion partielle de 1 ou 2 fleurs est un indice de gel partiel.



Figure 8 : Plants dans l'eau

© MAPAQ Direction régionale Saguenay–Lac-Saint-Jean

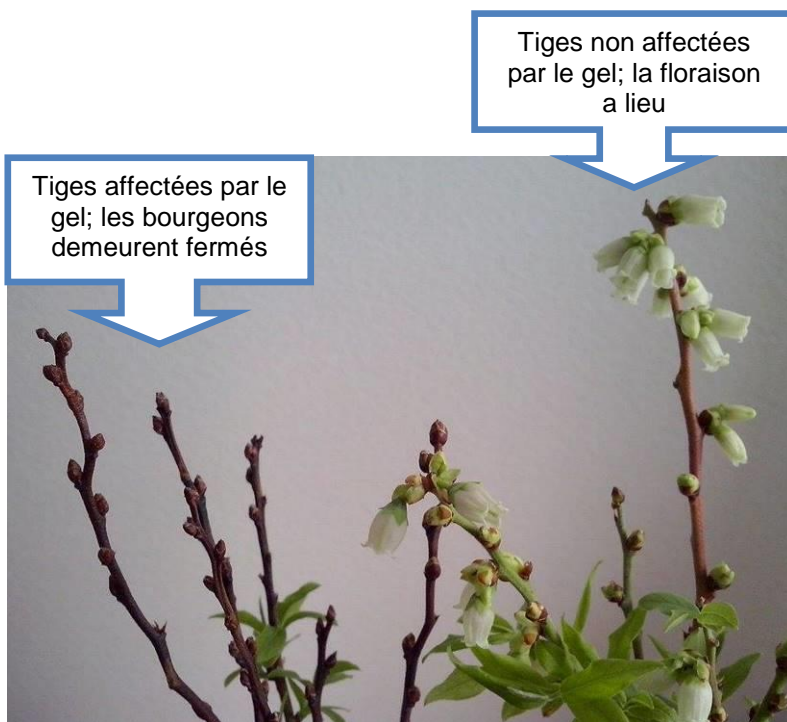


Figure 9 : Différence dans l'éclosion des bourgeons des plants mis dans l'eau au mois d'avril

© CCB

### Ouverture des bourgeons et validation de la viabilité avec une binoculaire (méthode rapide)

Il est aussi possible de valider rapidement la viabilité des bourgeons à fruits en retirant les écailles protectrices une à une avec de fines pinces ou en les coupant longitudinalement avec un scalpel. L'observation de l'état des fleurs à l'intérieur des bourgeons se fait à l'aide d'un binoculaire. Cependant, cette vérification devrait être faite par une personne expérimentée. Demandez à votre conseiller agricole de vous aider.

## Les mesures de prévention du gel dans les bleuetières

### *Aménagement de brise-vent*

Bien qu'ils ne soient pas une garantie contre tous les dommages hivernaux, puisque les épisodes de gel peuvent survenir avant même les accumulations de neige, les brise-vent sont la solution à prioriser pour prévenir ou amoindrir les dommages causés par le gel. En effet, ils favorisent l'étalement de la neige et empêchent qu'elle soit balayée par le vent. Le brise-vent favorise l'accumulation de la neige sur une distance variant de 10 à 20 fois sa hauteur, selon son niveau de porosité. Les brise-vent peuvent être aménagés de façon naturelle ou artificielle (clôture à neige). Les haies brise-vent sont toutefois les plus répandues. Le brise-vent artificiel peut être utilisé lorsque l'on vise une efficacité immédiate en attendant que la haie brise-vent naturelle soit suffisamment développée pour jouer efficacement son rôle. Il est à noter que le brise-vent artificiel est beaucoup plus dispendieux. La [fiche 8](#) du *Guide de production du bleuet sauvage* donne des indications pour l'aménagement de brise-vent et vos conseillers sont aussi disponibles pour vous donner des renseignements pertinents pour leur mise en place et leur entretien.

### *Fauchage en minibandes*

Le fauchage par bandes à l'automne et au printemps permet aussi de retenir la neige qui servira de protection isolante. Il s'agit de laisser à l'automne des minibandes non fauchées (figure 10) pour retenir la neige. Ce type de fauchage consiste à laisser un passage non fauché à tous les 2 à 3 passages. Les bandes non fauchées seront taillées au printemps suivant. Une autre méthode de fauchage en bandes peut également être utilisée. Elle consiste à faucher les secteurs adjacents aux brise-vent à l'automne où l'on obtiendra une bonne couverture de neige et à faucher le secteur du centre (entre les brise-vent) au printemps suivant. Finalement, puisque les coteaux sont les endroits où il est le plus difficile d'obtenir une bonne couverture de neige, il est préférable de faucher ces endroits seulement au printemps.



Figure 10 : Fauchage automnal avec minibandes  
© MRC Maria Chapdelaine

## Conclusion

Dans un contexte de réchauffement climatique, il est normal de se questionner sur l'adaptation des plantes à ces nouvelles conditions climatiques. Comme l'endurcissement se fait en réponse au raccourcissement de la photopériode et à la diminution de la température, le fait d'avoir des températures plus chaudes pourrait retarder l'endurcissement à l'automne et rendre la plante plus vulnérable au gel (Ball et Hill, 2009).

## Feuillet complémentaire

8. *Les brise-vent et les bandes boisées :*

<http://perlebleue.ca/images/documents/amenagement/guideproduction/f008-2010.pdf>

## Références :

- Ball, M.C. and M.J. Hill. 2009. Elevated Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentrations Enhance Vulnerability to Frost Damage in a Warming World. pp 183-189 , dans *Plant Cold Hardiness: from the laboratory to the field*. Gusta, L.V., M. E. Wisniewski and K.K. Tanino (eds.). CABI, 875 Massachusetts Avenue, 7<sup>th</sup> Floor, Cambridge, MA 02139. 317 p.
- Cappiello, P.E. et Dunham, S.W. 1994. Seasonal variation in low-temperature tolerance of *Vaccinium angustifolium* Ait. *Hortscience* 29(4): 302-304.
- Dufour, B. 2004. La dormance du bourgeon apical chez les végétaux ligneux des régions froides et tempérées. Synthèse de doctorat, Université du Québec à Chicoutimi. 48 p.
- Fortin, L., M. Lamontagne, C. Pagé. Feuillet de renseignements sur le bleuet sauvage A.4.1. Gestion de la neige à l'aide de brise-vent. Gouvernement du Nouveau-Brunswick. [en ligne], disponible à l'adresse : <http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/10/pdf/Agriculture/GestionNeigeBriseVent.pdf>
- Ishikawa, M., H. Ide, W.S. Price, Y. Arata, T. Nakamura and T. Kishimoto. 2009. Freezing Behaviors in Plant Tissues; Visualization using NMR Micro-imaging and Biochemical Regulatory Factors Involved. pp. 19-28, dans *Plant Cold Hardiness: from the laboratory to the field*. Gusta, L.V., M. E. Wisniewski and K.K. Tanino (eds.). CABI, 875 Massachusetts Avenue, 7<sup>th</sup> Floor, Cambridge, MA 02139. 317 p.
- Laplante, N. Paramètres climatiques engendrant le gel des bourgeons chez le Bleuets en Corymbe dans la région de Granby (Québec). Université du Québec à Rimouski. 27 pp.
- Martel, P.-O. et V. Moreau. Réseau d'avertissement phytosanitaire Bleuets nain. Avertissement N° 1 du 2 avril 2015. Dommages causés par le gel hivernal. Test de bourgeonnement. [en ligne], disponible à l'adresse : [http://www.agrireseau.qc.ca/documents/Document\\_89604.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/documents/Document_89604.pdf)
- Kalcsits, L., S. Silim and K. Tanino. 2009. The Influence of Temperature on Dormancy Induction and Plant Survival in Woody Plants. pp 108-118. dans *Plant Cold Hardiness: from the laboratory to the field*. Gusta, L.V., M. E. Wisniewski and K.K. Tanino (eds.). CABI, 875 Massachusetts Avenue, 7<sup>th</sup> Floor, Cambridge, MA 02139. 317 p.
- Savard, J. Réseau d'avertissement phytosanitaire. Bleuets nain. Bulletin d'information N° 2 du 28 mai 2014. Le gel hivernal. [en ligne], disponible à l'adresse : <http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b02bn14.pdf>
- Urbain, Luc, page consultée le 13 avril 2015. Endurcissement au froid et résistance à l'hiver du bleuets de Corymbe. Dernière mise à jour: 2003, [en ligne], disponible à l'adresse : <http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/Documents/bleuets-froid.PDF>

### Texte rédigé par :

Mireille Bellemare, biologiste, responsable du volet projets, Club Conseil Bleuets.

### Collaborateurs :

Lee Beers, étudiant au doctorat au département des sciences des plantes, Université du Maine  
Boris Dufour, chercheur postdoctoral, Projet Carbone boréal, Université du Québec à Chicoutimi  
Pierre-Olivier Martel, agronome, conseiller en productions maraîchères et fruitières, Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec  
Véronique Moreau, agronome, directrice générale, Club Conseil Bleuets

LE GROUPE D'EXPERTS EN PROTECTION DU BLEUETS NAIN  
PIERRE-OLIVIER MARTEL, agronome – Avertisseur  
Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean, MAPAQ  
Téléphone : 418 662-6457, poste 2868  
Courriel : [pierre-olivier.martel@mapaq.gouv.qc.ca](mailto:pierre-olivier.martel@mapaq.gouv.qc.ca)

Édition et mise en page : Bruno Gosselin et Cindy Ouellet, RAP

© Reproduction intégrale autorisée en mentionnant toujours la source du document :  
Réseau d'avertissements phytosanitaires – Bulletin d'information N° 5 – Bleuets nain – 25 novembre 2015