



Gel printanier

et méthodes de protection

Conférence présentée par Evelyne Barriault, agronome
Conseillère en pomiculture et viticulture, dans le cadre de la journée petits fruits,
20 janvier 2016 à Eustache

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec 

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Impact du gel
2. Description des types de gel
3. Facteurs à considérer pour choisir une méthode de protection contre le gel
4. Méthodes de protection
 - Passives
 - Actives

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec 

IMPACT DU GEL

1. Gel tardif au printemps (fraises surtout, parfois bleuets)
2. Source de stress et d'inquiétudes,
3. Pertes économiques importantes (baisses de rendement et qualité, primeur, sensibilité aux maladies, coulure),
4. Complique la mise en marché



Photos OMAFRA

PLUSIEURS TYPES DE GEL

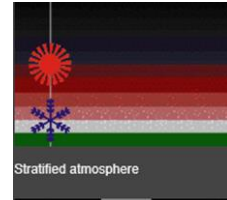
Bien les comprendre, pour mieux les combattre!

- **Gel radiatif** (le plus fréquent)
 - ✓ gelées blanches
 - ✓ gelées noires
- **Gel advectif**
- **Gel-gelée**

GEL RADIATIF

Comment le reconnaître:

- ✓ Ciel clair durant la nuit
- ✓ Absence de vent
- ✓ Inversion de température (gradient vertical de température). La température au sol est plus froide qu'à 10m mètre.

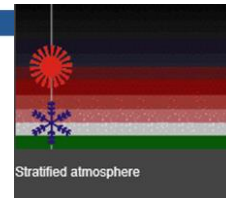


Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec

GEL RADIATIF

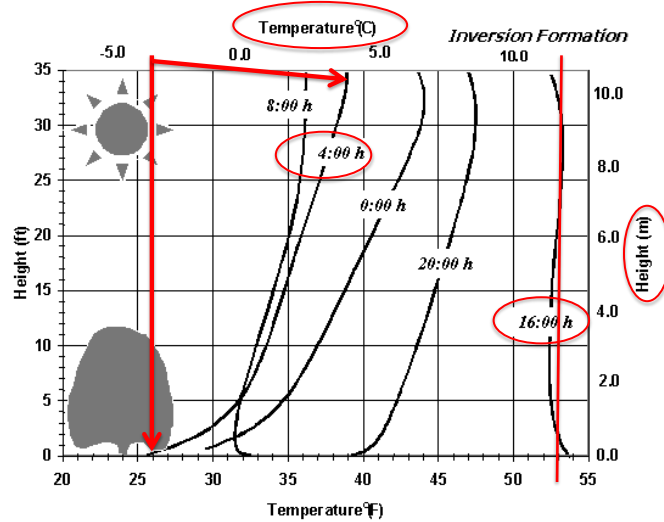
Comment se produit-il:

- ✓ Durant la journée les rayons du soleil réchauffent le sol
- ✓ Après le coucher du soleil, en fin de journée, le sol perd de la chaleur par radiation
- ✓ L'air chaud monte dans le ciel, l'air froid plus dense et plus lourd s'accumule près du sol
- ✓ Inversion de température (gradient vertical de température)



Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec

GEL RADIATIF INVERSION DE TEMPÉRATURE



GEL RADIATIF

Selon % d'humidité dans l'air (point de rosée)

- ✓ **Gelée blanche** : température du point de rosée (> 2.2 °C), temps plus humide.
- ✓ **Gelée noire** : température du point de rosée (< 2.2 °C), temps plus sec.



GEL ADVECTIF

Comment le reconnaître:

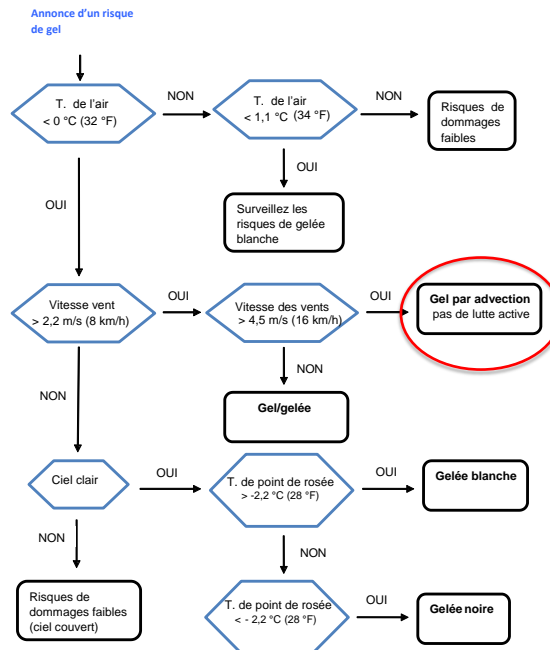
- ✓ Ciel clair ou nuageux.
- ✓ Vent fort (> 4,5 m/s ou 16 km/h).
- ✓ Pas d'inversion de température (le gradient vertical de température à partir du sol jusqu'à 10 m est faible).
- ✓ Passage d'un front froid

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec 

GEL-GELÉE

- ✓ Combine les caractéristiques du gel radiatif et advectif
- ✓ Températures < 0 ° C
- ✓ Vents entre 2 et 4,5 m/s (8-16km/h)
- ✓ Longue durée, souvent plus de 10h

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec 



Adapté de: BARCLAY POLING, E. (octobre 2008). «Spring Cold Injury to Winegrapes and Protection Strategies and Methods» dans *Hortscienc.e* Volume 43, numéro 6, p.1658.

FACTEURS À CONSIDÉRER POUR COMBATTRE LE GEL

1. Stade phénologique de la plante
2. Température
3. Vitesse du vent
4. Température du point de rosée
5. Topographie du site
6. Environnement (boisés, haies d'arbre)

Température point de rosée	
> 10°C	pas de risque de gel
7-10 °C	possibilité d'un gel léger
< 7 °C	gel possible
Environ -1 °C	gel prévu

Source: Fact Sheet No. 216, UMaine Extension No. 2003



FACTEURS À CONSIDÉRER POUR COMBATTRE LE GEL



Température critique selon le stade de développement des fraises

Stade	°C	Source tableau : Martsoff and Gerber, Ohio Strawberry Manual, Bulletin 436, Cooperative Extension Service, Ohio State University Photo: Guide des traitements phytosanitaires 2015, CRAAQ
Début du bouton vert	-5,5	
Bouton vert avancé	-2,2	
Floraison	-0,5 à -1,0	
Fruit vert	-2,2	



FACTEURS À CONSIDÉRER POUR COMBATTRE LE GEL

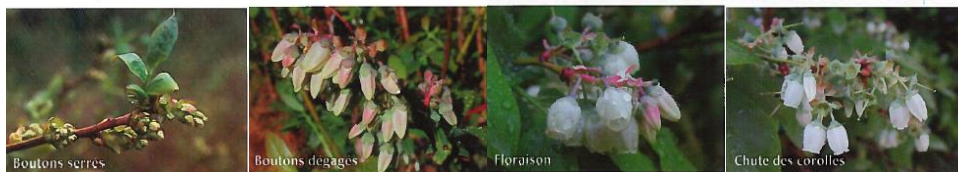


-25 °C

-14 °C

-12 °C

Températures
critiques selon le
stade de
développement
des bleuets



-7 °C

-5 °C

-2 °C

Source: *Bleuet en corymbe, Guide de protection 2006, CRAAQ*

FACTEURS À CONSIDÉRER POUR COMBATTRE LE GEL

- ✓ Source de donnée fiable pour la météo

Exemple: de 2 vignobles à moins de 1km de distance avec des probabilités de risque de gel très différentes



MÉTHODES DE PROTECTION PASSIVES

Position dans le paysage

- ✓ Choix du site
- ✓ Aménagement du site pour assurer l'écoulement de l'air froid
- ✓ Positionner les cultures les plus sensibles sur les parcelles les moins à risque

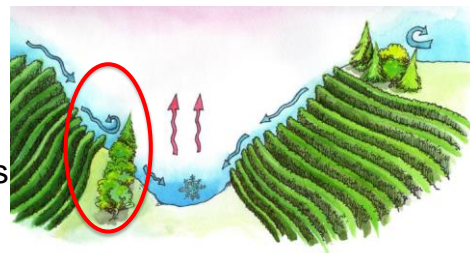


Illustration Simon Lajeunesse

MÉTHODES DE PROTECTION PASSIVES

Haies brise-vent:

- ✓ Bon pour l'accumulation de neige et la protection contre le gel hivernal.
- ✓ Attention gel de printemps: déboiser ou tailler les branches basses (1m) sur environ 15m en bordure

MÉTHODES DE PROTECTION PASSIVES

Pratiques culturales

- ✓ Appliquer les bonnes pratiques selon les besoins de votre cultures, pour avoir des plants en bonne santé (drainage, irrigation, fertilisation, phytoprotection, etc.)
- ✓ Faucher l'herbe entre les rangs ou bordure
- ✓ Ne pas travailler le sol lorsqu'un gel est annoncé
- ✓ La journée avant le gel annoncé, irriguer le sol si possible mais pas trop!

MÉTHODES DE PROTECTION ACTIVES

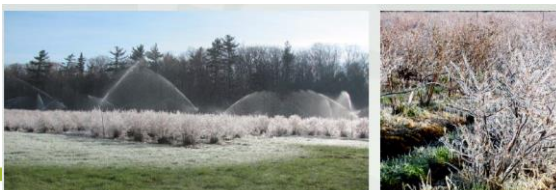
- ✓ Irrigation
- ✓ Machines à vent
- ✓ Hélicoptères
- ✓ Feux
- ✓ SIS
- ✓ Autres

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec 

MÉTHODES DE PROTECTION

Irrigation par aspersion

- ✓ La transformation de l'eau en glace produit de l'énergie (chaleur)
- ✓ Système doit être fiable (débit d'eau constant et suffisant)
- ✓ Protège jusqu'à -6 °C
- ✓ Attention au système à débit réduit
- ✓ Efficace pour la plupart des types de gel (radiatif, gel-gelée)
- ✓ Les plants doivent pouvoir supporter le poids de la glace (printemps mais pas automne)
- ✓ Environ 3500\$/ha



Source: Dr. Carlos G., MSU

MÉTHODES DE PROTECTION

Irrigation par aspersion: conditions de réussite

- ✓ On doit connaître la température du point de rosée et la vitesse des vents

Départ du système d'irrigation
(Dans le cas d'un risque de gel annoncé)

Température de point de rosée	Température de démarrage
-4,4 °C et +	1,1 °C
-5 °C à -6,7 °C	1,7 °C
-7,2 °C à -9,4 °C	2,2 °C

JORGENSEN, G. et coll. (1996). « Microsprayer Frost Protection in Vineyards », *Viticulture and Enology Research Center*, p.5.



Source: Dr. Carlos G., MSU

MÉTHODES DE PROTECTION

Irrigation par aspersion: conditions de réussite

- ✓ Ajuster le débit d'eau selon l'humidité relative et la vitesse des vents

Apport d'eau selon la vitesse du vent et l'humidité relative en m³/heure/hectare

Humidité relative (%)	Vitesse du vent en mètre par seconde			
	0	1	2	3
90	11,1	14,6	18,3	21,9
80	11,2	18,3	25,6	32,9
70	11,3	21,9	32,9	43,8
60	11,4	25,6	40,2	54,7

CIVC (novembre 1991). « Les gelées de printemps » dans Le vigneron champenois. Hors série, p.33.

Indice: si la glace prend une couleur laiteuse c'est que le débit n'est pas suffisant.



Source: Dr. Carlos G., MSU

MÉTHODES DE PROTECTION

Irrigation par aspersion: conditions de réussite

- ✓ Assurer une couverture uniforme des plant (espacement, rotation et pression des gicleurs)
- ✓ Arrêt du système, seulement lorsque
 - ✓ la température de l'air atteint $\geq 1^{\circ}\text{C}$ ou si thermomètre indique $\geq 0^{\circ}\text{C}$
 - ✓ l'eau circule librement entre la glace et les bourgeons.



Source: Dr. Carlos G., MSU

MÉTHODES DE PROTECTION

Irrigation par aspersion	
Avantages	Inconvénients
Très efficace pour la plupart des types de gel	Demande une source d'eau importante: plus de 36 000L/hr/ha
Permet d'atteindre toutes les parties de la plante	Certificat d'autorisation requis pour le captage des eaux
	Risques de dommages aux cultures élevés s'il y a défaillance du système pendant l'irrigation
	Sursaturation en eau des sols et problèmes reliés (lessivage, asphyxie des racines, maladies fongiques)
	Ne fonctionne pas pour le gel automnal hâtif
	Si le système n'est pas permanent, il demande beaucoup de main-d'œuvre pour l'installation

MÉTHODES DE PROTECTION

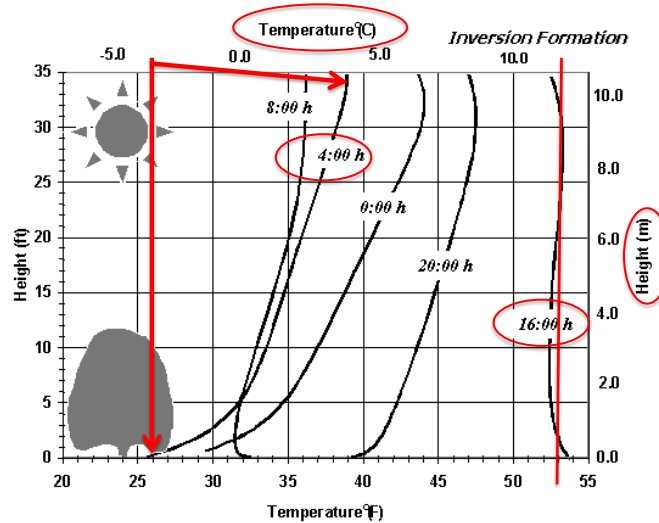
Machines à vent

- ✓ Soufflent l'air chaud, qui se trouve en hauteur, vers le bas
- ✓ Protection contre les **gels radiatifs** (printemps, automne, hiver)
- ✓ Protègent 4ha
- ✓ Permettent de gagner 50% de la différence de température



<http://www.ausfrost.com/index.htm>

GEL RADIATIF INVERSION DE TEMPÉRATURE



MÉTHODES DE PROTECTION

Machines à vent

- ✓ Environ 45 000\$ (incluant installation)
- ✓ Demandent 19kWh/ha pour une protection efficace
- ✓ Fonctionnent habituellement au propane 45\$/h (gaz naturel, diesel ou essence)



MÉTHODES DE PROTECTION

Machines à vent	
Avantages	Inconvénients
Protection contre le gel de printemps et automne	Gel radiatif seulement
Démarrage automatisé et rapide	Bruit important
Peuvent être utilisées pour contrôler humidité pendant période de récolte	Innefficaces lorsque le vent est supérieur à 8 km/h

MÉTHODES DE PROTECTION

Autres méthodes...

- ✓ Machine à vent portable (Tow & Blow)
 - ✓ Pas de fondation en béton
 - ✓ Hauteur ajustable (3-7 m)
 - ✓ Angle ajustable
 - ✓ Efficacité à prouver



MÉTHODES DE PROTECTION

Hélicoptère

- ✓ Même principe que la machine à vent
- ✓ Souffle l'air chaud qui se trouve en hauteur vers le bas
- ✓ Plusieurs modèles d'hélicoptère, les plus petits sont moins chers mais ne sont pas adéquats
- ✓ Environ 800 à 1600\$/heure
- ✓ Protège jusqu'à 20 ha selon la taille de l'hélicoptère et l'ampleur du gel



MÉTHODES DE PROTECTION

Hélicoptère	
Avantages	Inconvénient
Même avantage que la machine à vent.	Même inconvénient que la machine à vent.
Peut protéger jusqu'à 20 ha selon la grosseur de l'hélicoptère, l'intensité du gel, de l'inversion de température et du site.	Inefficace lorsque le vent est >8km/h
	Le producteur doit assister le pilote, 4-5heures d'autonomie d'essence
	Bruit et coût important \$\$\$
	Solution temporaire

MÉTHODES DE PROTECTION

SIS™ : Selective Inverted Sink

- ✓ Aspire l'air froid et le projette vers le haut...
- ✓ Doit être placé au point le plus bas, là où l'air froid s'accumule
- ✓ Parfois plusieurs machines sont requises
- ✓ N'est pas adapté aux terrains plats à moins de placer des barrières
- ✓ Doit être connecté au tracteur (PTO environ 540 tr/min)

<http://www.ausfrost.com/index.htm>



MÉTHODES DE PROTECTION

Agrofrost frost guard

- ✓ Propulse de l'air chaud qui crée de la vapeur sur les végétaux. Cette vapeur se transforme en eau, puis en glace. Cette réaction produit de la chaleur



Source: produce tech



MÉTHODES DE PROTECTION

Agrofrost frost guard

- ✓ Efficacité à démontrer selon les cultures
- ✓ Positionnement important
- ✓ Consomme peu d'énergie
- ✓ Pourrait être bien adapté aux petites superficies (8 ha?)
- ✓ Il existe des modèles fixes et mobile
- ✓ Des essais seront effectués en 2016 dans des vignobles



Source: produce tech

MÉTHODES DE PROTECTION

Bûches artificielles et brûleurs

- ✓ Réchauffent l'air près du sol
- ✓ Efficaces contre tous les types de gel
- ✓ Protègent jusqu'à -5°C
- ✓ Besoin d'environ 275 bûches par hectares, 75 brûleurs, 350 bougies
- ✓ Environ 500\$/ha buches, + de 3500 \$/ha bougies (10 heures d'autonomie)
- ✓ Besoin de main d'œuvre pour allumer les feux
- ✓ Temps d'allumage environ 1-2 heure/ha



http://www.maisons-champagne.com/encyclopedie/vignes_au_plaisir/halte_gel.htm



MÉTHODES DE PROTECTION

Bûches artificielles	
Avantages	Inconvénients
Idéal pour petites superficies	Durée de fonctionnement limité (3-4h pour les buches jusqu'à 10h bougies)
Efficace contre tous les types de gel	Demande un espace d'entreposage et disponibilité du produit
Les bûches peuvent être installées à l'avance durant les périodes à risque	temps d'allumage
	besoin de main d'œuvre

MÉTHODES DE PROTECTION

Autres méthodes...

- ✓ Brouillard de fumée et gouttelettes
- ✓ Urée
- ✓ Élycitol
- ✓ Valérianne et préparat 507 biodynamie

FACTEURS À CONSIDÉRER POUR L'ACQUISITION D'UN SYSTÈME DE PROTECTION

1. Superficie à protéger
2. Récurrence des épisodes de gel sur le site
3. Type de gel à combattre
4. Disponibilité des ressources (eau, carburant, main d'œuvre)
5. Coût d'acquisition, de fonctionnement et d'entretien du système

FACTEURS À CONSIDÉRER POUR L'ACQUISITION D'UN SYSTÈME DE PROTECTION

6. Sécurité pour l'environnement
7. Autres besoins à combler (gel automnal, irrigation, contrôle de l'humidité)

APPLIQUER LA BONNE MÉTHODE DE PROTECTION

Degré d'efficacité des méthodes de lutte au gel printanier selon le type de gel

Méthodes	Gelée blanche	Gelée noire	Gel/gelée
Machines à vent	***	**	*
Machines à vent et brûleurs	—	**	*
Irrigation par aspersion	**	***	***
Hélicoptère	***	**	—
Brûleurs, bûches	***	*	**
Bonne sélection du site	***	**	*

*** : très efficace ** : efficace * : efficacité limitée — : inefficace ou non applicable

CONCLUSION

- ✓ Le gel cause des dommages importants (baisse de rendement et de qualité)
- ✓ Dans plusieurs situations, l'investissement dans un système de protection peut se rentabiliser rapidement
- ✓ Il existe plusieurs types de gel et plusieurs méthodes de protection. Pour choisir la méthode qui s'applique à votre site, il est important de bien le connaître et d'avoir des données météo fiables
- ✓ La meilleure protection est souvent une combinaison de méthodes passives et actives