



Les moyens de lutte contre le Gel



BOURGOGNES

*Bureau Interprofessionnel
des Vins de Bourgogne*

LES MOYENS DE LUTTE CONTRE LE GEL



La Bourgogne a été confrontée en 2016 et 2017 à deux épisodes de gel de printemps qui ont engendré, dans certains cas, d'importants dégâts dans les parcelles, compromettant la récolte. **Ce type d'aléas sera sans doute de plus en plus fréquent** dans les années à venir en raison du changement climatique. Cette évolution du climat a également des **conséquences sur le cycle de la vigne**. Les dates des **différents stades phénologiques sont de plus en plus précoces**. Ainsi, le **stade mi-débourrement a avancé de**

plus de 7 jours en 30 ans (12 avril en moyenne), ce qui engendre des dégâts beaucoup plus importants en cas d'une gelée de printemps, les bourgeons étant sortis et donc vulnérables.

La combinaison d'un risque de gelée de printemps accru et de l'avancement des stades phénologiques amène les professionnels à chercher des moyens de lutte contre les effets du gel sur leurs parcelles afin de limiter les dégâts sur la plante et protéger la future récolte.



■ QUEL TYPE DE GEL ?

Il existe **2 types de gel : radiatif et advectif**. Il peut arriver qu'ils interviennent simultanément, l'un étant toutefois prédominant. Dans ce cas, il s'agit de dominante radiative ou advective.

LE GEL RADIATIF

Il s'agit du **type de gel le plus courant**. Au cours de la nuit, les rayons du soleil cessent de réchauffer les sols. Ceux-ci perdent alors de la chaleur par l'émission de rayonnement thermique.

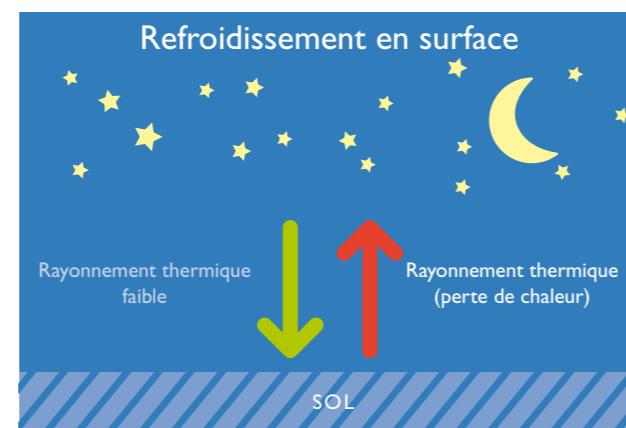
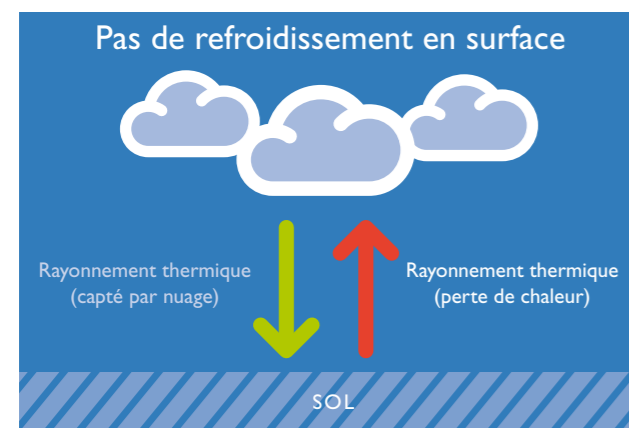
- Si le ciel est nuageux, une partie du rayonnement est captée et retourne vers le sol.
- Si le ciel est clair, l'interception des rayonnements par les nuages est impossible et la perte de chaleur est plus grande.

Il se caractérise par :

- un ciel dégagé durant la nuit
- une absence de vent
- une inversion de température en altitude

Le **pourcentage d'humidité** contenu dans l'air déterminera le **type de gelées** :

- taux élevé : gelée blanche
- taux faible : gelée noire



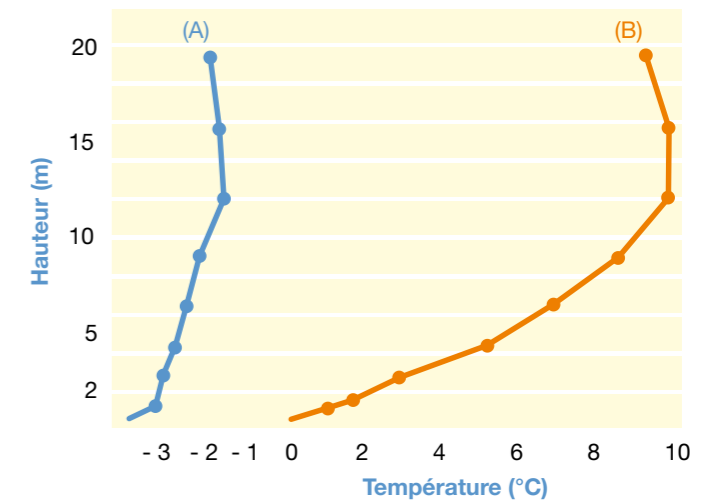
LE GEL ADVECTIF

Il est rare. Il est caractérisé par l'arrivée d'une grande masse d'air froid accompagnée de vent sur une région. Il est dû au passage de fronts froids ou à l'invasion polaire. Il n'y a pas d'inversion de températures en altitude en raison du vent qui mélange les couches d'air. Ce refroidissement advectif est le mécanisme principal des gelées en hiver, mais il peut se produire au printemps.

Il se caractérise par :

- un ciel clair et dégagé
- un vent fort
- pas d'inversion de température

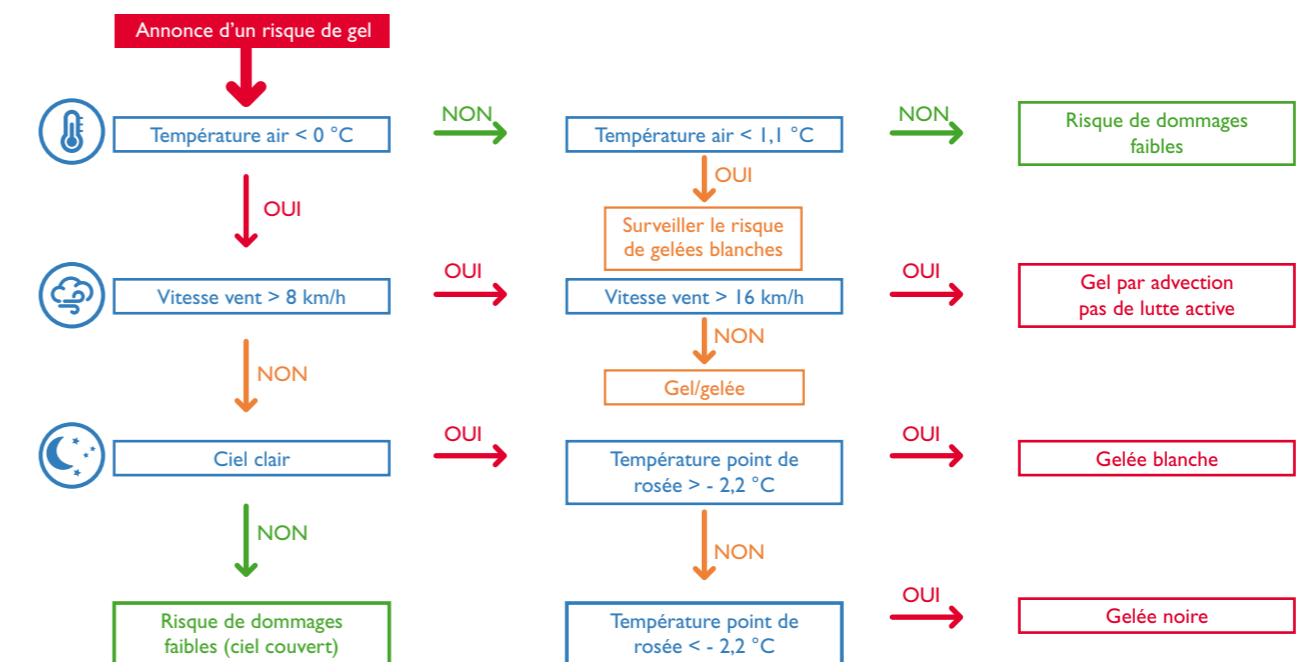
Ce type de gel est extrêmement difficile à combattre et il existe peu de moyens de lutte efficaces.



Profils verticaux de température déterminés au moment du minimum lors d'une gelée par advection (A) et par rayonnement (B) (Madelin, 2004)

Suivant le type de gel et gelées, les moyens de lutte existants présentent plus ou moins d'efficacité. Il est donc pertinent de déterminer le type de gel/gelées avant de mettre en oeuvre une stratégie de lutte pour éviter des dépenses

d'énergie, de ressources et d'argent qui ne seraient pas utiles. Une clé de diagnostic a été mise au point pour aider la prise de décision.



Le point de rosée est la température à laquelle l'air doit être refroidi pour que la vapeur d'eau présente commence à se condenser. Ce phénomène physique est dépendant de la pression, de l'hygrométrie et de la température initiale de l'air.

Lorsque la température de l'air est égale à la température du point de rosée, la rosée peut se former. C'est sur ce principe que se forment également le givre et le gel.

Barclay Poling, E. octobre 2008

LES MOYENS DE LUTTE CONTRE LE GEL



■ SENSIBILITE DES ORGANES VEGETAUX DE LA VIGNE AU GEL

L'importance des dommages dépend du stade phénologique auquel intervient le gel. **Plus les organes sont développés, plus ils sont sensibles au gel.**

- Du stade éclatement des écailles à bourgeons dans le coton : les vignes peuvent supporter jusqu'à - 8 °C.

- Au stade pointe verte : les premiers dommages apparaissent dès - 2 °C.

- Les jeunes pousses vertes commencent à être affectées par le froid à - 0,6 °C pour 30 min d'exposition (température prise à un peu plus d'un mètre du sol).

- Les bourgeons débouffés, les jeunes feuilles et les jeunes rameaux meurent à des températures de 0 à - 0,5 °C.

Sensibilité au gel

■ LUTTE PASSIVE

Des **moyens de lutte dits passifs** (par rapport aux moyens de lutte actifs - voir page suivante) permettent de **prévenir les dégâts liés au gel de printemps**. Ils reposent sur la prise en compte **du risque de gel** dès la plantation et sur la **prophylaxie**.

Les **points clés de la lutte passive** sont :

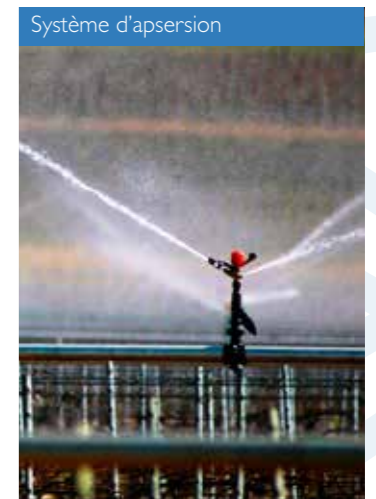
- le choix du site lors de l'implantation de nouvelles parcelles,
- le choix du matériel végétal en fonction du site (cépages à débournement plus tardif si zone à risque),
- le mode d'entretien du sol et de son éventuel couvert végétal,
- le baissage tardif des baguettes, après la période de sensibilité au gel. Cette dernière technique, utilisée dans l'Yonne et en Champagne, a prouvé son efficacité mais engendre des coûts non négligeables.

■ LUTTE ACTIVE

Les méthodes de lutte active recensées peuvent être classées en **4 familles** :

1 L'ASPERSION

Principe	Etablir un équilibre eau-glace autour des organes végétaux afin de les maintenir à 0 °C
Gain thermique	Maintien à 0 °C
	<ul style="list-style-type: none"> • très efficace quel que soit le type de gel ou de gelée • permet d'atteindre toutes les parties du cep • non polluant • automatisable
	<ul style="list-style-type: none"> • déclenchement délicat • nécessité d'une ressource en eau conséquente • possibilité d'asphyxie des sols • lessivage induit des désherbants ou fertilisants • accroissement de l'érosion des sols • demande d'entretien et de la main d'oeuvre
Coût	8 000 à 14 000 €/ha



Avantages Inconvénients

2 LE BRASSAGE D'AIR

	Tour antigel	Hélicoptère	Aspirateur à froid (Selective Inverte Sink - SIS)
Principe	Réchauffer l'air froid, plus dense, situé au niveau des bourgeons en le mélangeant à de l'air plus chaud présent en altitude (gel radiatif)		Extraire de l'air froid plus dense près du sol
Gain thermique	Généralement 1 °C (3 °C avec chauffage d'appoint)	Difficilement évaluable	Jusqu'à 4 °C selon certaines publications
	<ul style="list-style-type: none"> • peu de main d'oeuvre et de surveillance • protection jusqu'à des températures de - 4 °C • déclenchement automatisé • non polluant 	<ul style="list-style-type: none"> • grandes surfaces couvertes (jusqu'à 20 ha) • peu de main d'oeuvre et de surveillance 	pas de référence
	<ul style="list-style-type: none"> • inefficace contre le gel d'advection et les fortes gelées (- 6 à - 7 °C) • bruit important • dépend de la topographie du site (site en cuvette ou faible pente) • aspect paysager 	<ul style="list-style-type: none"> • inefficace contre les gels d'advection • bruit important • pas de décollage avant 7 h • nécessité d'autorisations spéciales • passage toutes les 4 à 7 minutes pour éviter reformation du gel 	<ul style="list-style-type: none"> • nécessité d'avoir un point bas d'accumulation (sinon mise en place de barrières naturelles possible) • connexion à un tracteur (540 tr/min) • bruit
Coût	40 000 € pour 5 ha avec une tour fixe 47 000 € pour 5 ha avec une tour pliable 30 000 € pour 4 ha avec une tour mobile et pliable (inefficaces si le vent > 8 km/h)	de 170 à 220 €/ha/h	13 000 à 26 000 € selon les modèles



LES MOYENS DE LUTTE CONTRE LE GEL



3 LA PROTECTION PAR CHAUFFAGE

	Fuel pulvérisé	Combustion de gaz	Bougies	Bûches calorifiques	FrostGuard	FrostBuster	Fils ou câbles chauffants
Principe	Réchauffage de l'air	Réchauffage de l'air + rayonnement infra-rouge			Réchauffage de l'air		Réchauffage de l'air à proximité des bourgeons
Gain thermique	5 °C ou plus		2,5 °C (pour 500/ha)	2 °C (pour 500/ha)	2 à 7 °C selon le nombre de machines (données constructeur)	1 à 2 °C	pas de référence
	<ul style="list-style-type: none"> très bonne efficacité (jusqu'à -9 °C avec un temps sec et -7 °C avec un temps humide) automatisation (allumage électronique) réglage fin de la puissance de chauffe 	<ul style="list-style-type: none"> efficacité comparable au fuel pulvérisé non polluant automatisable autonomie totale stockage et approvisionnement facilités 	<ul style="list-style-type: none"> efficacité sur petites gelées moins polluant que le fuel adapté aux petites surfaces 	<ul style="list-style-type: none"> efficacité sur petites gelées de courte durée ou en complément des bougies moins polluant que le fuel adapté aux petites surfaces 	<ul style="list-style-type: none"> efficace sur tout type de gel (fonctionne au propane) adapté aux petites surfaces démarrage automatique possible consommation de gaz : 10,5 kg/h 	<ul style="list-style-type: none"> efficace sur tout type de gel (jusqu'à -8 / -9 °C - données constructeur) moins polluant que le fuel (fonctionne au propane) permet de traiter jusqu'à 8 ha 	<ul style="list-style-type: none"> efficace sur tout type de gel jusqu'à -5 °C démarrage automatique
	<ul style="list-style-type: none"> veille nocturne nécessaire entretien annuel (gicleurs) risque de pollution du sol pollution de l'air réglementation pour le stockage du fuel (sauf cuves amovibles) manutention (pose et dépose matériel) 	<ul style="list-style-type: none"> veille nocturne nécessaire (si non automatisé) manutention (pose et dépose du matériel) 	<ul style="list-style-type: none"> pas d'efficacité sur les fortes gelées (-9 °C par temps sec et -6 °C par temps humide) allumage délicat combustion irrégulière manutention assez lourde veille nocturne nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> pas d'efficacité sur les fortes gelées (-9 °C par temps sec et -6 °C par temps humide) faible autonomie (3 heures contre 6 heures pour les bougies) manutention assez lourde 	<ul style="list-style-type: none"> positionnement en milieu de parcelle (difficile en vignes étroites) efficacité 10 à 20 mètres autour de la machine (résultats Chambre d'Agriculture de l'Yonne - 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> doit être placé derrière un tracteur → manutention et veille nocturne nécessaires nécessité de passer toutes les 7 à 10 minutes (air se refroidit en 4 minutes) non adapté aux vignes étroites consommation de gaz : 40 kg/h 	<ul style="list-style-type: none"> adaptation de la taille (diffusion de chaleur dans un rayon de 5 à 10 cm) perte d'efficacité avec l'avancement de la végétation fragilité des câbles raccordement à un transformateur EDF
Coût	11 000 à 15 000 €/ha pour 200 à 500 chaufferettes / ha	8 000 à 14 000 €/ha estimation de 12 000 €/ha pour 10 nuits de lutte	2 500 €/ha pour 2 nuits	3 000 €/ha	6 700 € HT + coût de fonctionnement (environ 250 €/ha/an)	A partir de 2 100 €/ha	15 000 €/ha + abonnement annuel EDF

4 AUTRES METHODES

Bâches antigel	NON AUTORISEES PAR L'INAO Dans le cas de gel advectif, ce système peut aggraver la situation par accumulation d'air froid sous les bâches.
Méthode alternative : substance élicitrice (PEL 101 - GV)	<ul style="list-style-type: none"> renforcement des défenses naturelles de la plante (accumulation de glucose dans les feuilles diminuant le point de congélation). Application foliaire 12 à 48 h avant l'épisode gélif (du stade bourgeon éclaté à 6 feuilles étalées) selon le fabricant : efficace jusqu'à -5 °C et protection moyenne de 30 à 50 % Retours d'expérience épisode de gel en Bourgogne : efficacité limitée <ul style="list-style-type: none"> inconvénient : rémanence de 4 jours 60 €/ha
Brûlage paille, ceps,...	<ul style="list-style-type: none"> créer un voile opaque pour limiter le réchauffement trop rapide au lever du soleil (effet loupe) et limiter le rayonnement du sol (si pratiqué la nuit) avantage : coût réduit inconvénients : pollution visuelle et olfactive, manutention et veille nocturne nécessaires, non envisageable sur le long terme. Les particules de fumée étant trop petites pour bloquer les radiations, seule la chaleur dégagée par les feux offre une petite protection.
Bactéries antigel	La bactérie <i>Pseudomonas syringae</i> est naturellement présente dans l'atmosphère et sur les végétaux. Sa membrane contient une protéine «antigel», qui lui permet de se protéger contre les cristaux de glace. Ceux-ci se forment donc à une certaine distance de la bactérie sans contact direct avec sa membrane plasmique. Elle serait donc en partie responsable des gelées sur les végétaux. L'idée : combattre cette bactérie par une autre afin de limiter, voire détruire, sa population. Essais en cours avec <i>Pseudomonas fluorescens A506</i> mais pas d'efficacité prouvée.



Bâches antigel



Bougies



Câbles chauffants dans le Chablis Grand Cru Moutonne, Domaine Long-Depaquit, Albert Bichot

LES MOYENS DE LUTTE CONTRE LE GEL



EN RESUME

Méthodes de lutte	Gelée blanche	Gelée noire	Gel advectif	
Aspersion	❄️ ❄️ ❄️	❄️ ❄️ ❄️	❄️ ❄️ ❄️	❄️ ❄️ ❄️ Très efficace
Tour antigel	❄️ ❄️ ❄️	❄️ ❄️	⊘	❄️ ❄️ Efficace
Hélicoptère	❄️ ❄️ ❄️	❄️ ❄️	⊘	❄️ Efficacité limitée
Fuel pulvérisé / Combustion de gaz	❄️ ❄️ ❄️	❄️ ❄️ ❄️	❄️ ❄️ ❄️	⊘ Non efficace ou non applicable
Bougies / Bûches	❄️ ❄️ ❄️	❄️ ❄️	❄️ ❄️	
Fils chauffants (si végétation peu avancée)	❄️ ❄️ ❄️	❄️ ❄️	❄️ ❄️	
Brûlage paille	❄️	❄️	⊘	

Toutes ces méthodes perdent en efficacité si les vents atteignent ou dépassent 8 km/h et deviennent inefficaces au-delà de 16 km/h.

CRITERES DE CHOIX



Le choix d'un système de lutte contre le gel va dépendre de multiples facteurs :

- la fréquence et l'intensité des gelées
- le type de gel (radiatif ou advectif)
- la surface à protéger
- la topographie du site
- l'approvisionnement en ressources (eau, carburant, électricité...)
- le besoin de main-d'oeuvre
- la proximité des habitations
- le coût (acquisition, fonctionnement, main d'oeuvre...)
- ...

OUTILS DE PREVISIONS DU RISQUE GEL

Le BIVB met à la disposition de chaque professionnel un accès aux prévisions météorologiques spécifiques au vignoble sur son site Extranet (<https://extranet.bivb.com>).

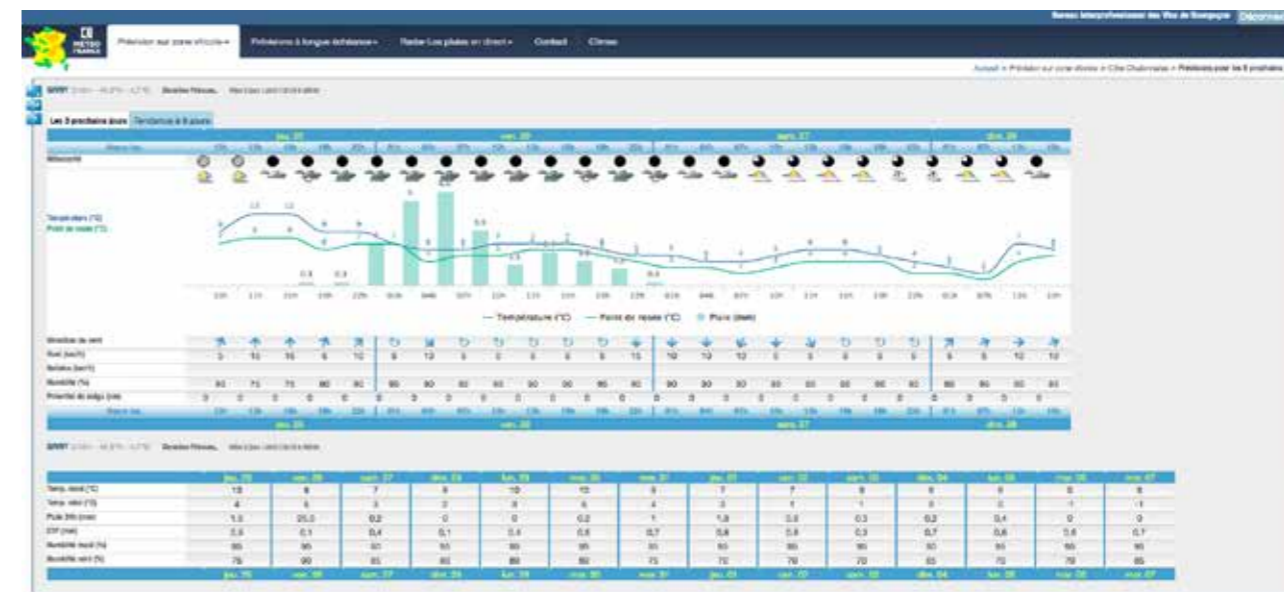
Sur la page d'accueil, dans l'onglet « Prévision sur zone viticole », figure une rubrique « Carte de surveillance » mise en place en 2017. Elle permet de visualiser par zone viticole, les phénomènes extrêmes (gel, grésil ou grêle, rafales de vent importantes, canicule...).

A partir de 2018, un onglet « Risque de gel » vient compléter les informations mises à disposition. Il contient des bulletins journaliers en cas de gel de printemps. Il s'accompagne d'un pictogramme ▲ ou ▲ en fonction du risque de gel printanier.

Ce premier accès au site permet d'être informé rapidement des éventuels aléas prévus ou en cours.



Un clic sur une zone viticole sur la carte ou sa sélection dans le menu déroulant permet d'accéder aux prévisions à 3 et 9 jours sous forme graphique :



Les principaux paramètres représentés sont la température de l'air, le point de rosée et les précipitations, par tranche de 3 heures. Le tableau situé en bas de page donne les valeurs des autres paramètres (vent, humidité notamment).

OUTILS DE REGULATION DES VOLUMES

Il existe également des outils de régulation des volumes qui permettent d'anticiper ou d'amortir les conséquences du gel.

- La réserve interprofessionnelle :

Elle a pour objectif de limiter les écarts de volumes mis en marché tant qualitatifs que quantitatifs, liés aux aléas climatiques. Ce mécanisme est utilisé depuis plusieurs années par l'Union des Producteurs et Elaborateurs de Crémant de Bourgogne. Cette réserve est stockée en AOC et peut être libérée collectivement mais également individuellement sur demande d'une entreprise qui a subi une perte de production importante.

- Le VCI : Volume Complémentaire Individuel

Le VCI est un volume produit au-delà du rendement autorisé dans une Appellation d'Origine Contrôlée blanche et dans la limite du rendement butoir. Il permet d'alimenter une réserve individuelle et de pouvoir la mobiliser ultérieurement (à la revendication du millésime suivant), notamment en cas de récolte déficitaire. La liste des AOC bénéficiaires du VCI figure dans le décret n° 2013-1056 du 22 novembre 2013.

L'année où le rendement à l'hectare réalisé est inférieur au rendement annuel autorisé, le viticulteur peut combler son déficit avec les volumes mis en réserve. Cette réserve du VCI est rafraîchie tous les ans en la remplaçant avec le dernier millésime. Le niveau du VCI est fixé chaque année par l'INAO sur demande de l'ODG concerné.

- Le VSI : Volume Substituable Individuel

Le VSI est un volume produit au-delà du rendement autorisé et dans la limite du rendement butoir, pour une substitution (par destruction) d'un volume équivalent de vin de même Appellation d'Origine Contrôlée, de même couleur et de millésime(s) antérieur(s). L'utilisation du VSI permet de vinifier et de remplacer un volume de millésime(s) ancien(s) en stock, qui ne donnerait plus satisfaction, au bénéfice d'un volume de vin du millésime en cours, de meilleure qualité. Le VSI ne peut pas dépasser le volume butoir de l'AOC. Il est décidé annuellement par l'INAO sur proposition de l'ODG en fonction des caractéristiques du millésime.

Un ODG ne peut solliciter concomitamment une année donnée, le VCI et le VSI, sur une AOC donnée.



CONCLUSION

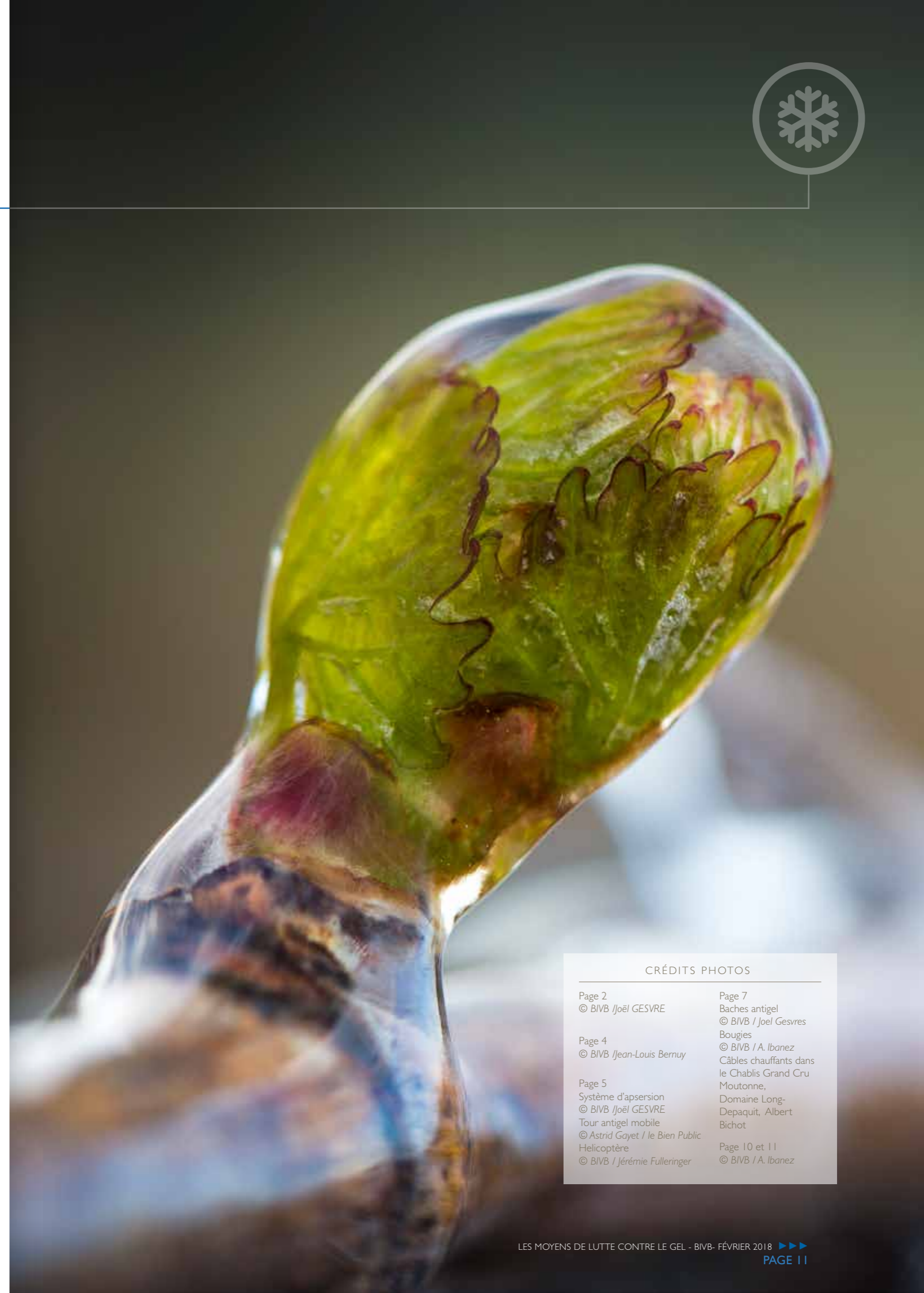
Des moyens de lutte contre le gel existent et sont d'ores et déjà utilisés en France comme à l'étranger, notamment dans des vignobles présentant des risques de gelées de printemps.

Néanmoins, la plupart des techniques de lutte active représente un investissement financier et en main d'oeuvre assez lourd, avec parfois des coûts de fonctionnement eux aussi importants, pour un résultat qui n'est pas toujours optimal et pouvant être très variable en fonction du type de gel et des températures atteintes. Chacune des techniques présente des limites de mise en oeuvre et/ou

d'utilisation et ne permet pas de se prémunir à 100 % des dégâts de gel.

Pour les vignes en place, la technique de lutte passive consistant en un baissage (ou liage) des baguettes tardif permet de limiter l'importance des dégâts de gel, sans toutefois garantir une protection totale.

Enfin, d'autres solutions n'ont pas été abordées dans ce document mais présentent un intérêt. Il s'agit notamment des assurances paramétriques, à l'image de celle qui a été proposée au vignoble bordelais en novembre 2017.



CRÉDITS PHOTOS

Page 2 © BIVB / Joël GESVRE	Page 7 Baches antigel © BIVB / Joël Gesvres
Page 4 © BIVB / Jean-Louis Bernuy	Bougies © BIVB / A. Ibanez
Page 5 Système d'apsersion © BIVB / Joël GESVRE Tour antigel mobile © Astrid Gayet / le Bien Public Helicoptère © BIVB / Jérémie Fulleringer	Câbles chauffants dans le Chablis Grand Cru Moutonne, Domaine Long- Depaquit, Albert Bichot Page 10 et 11 © BIVB / A. Ibanez

■ SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARCLAY Poling E. 2008. *Spring Cold Injury to Winegrapes and Protection Strategies and Methods*. HortScience. Vol 43(6)
- BARRIAULT E. 2013. *Gel printannier et méthodes de protection*. Bulletin d'information n°4. Le Groupe d'experts en Protection de la Vigne, Québec
- BARRIAULT E. 2015. Conférence du 18 mars 2015 dans le cadre de « La journée du bleuets » à Dolbeau-Mistassini, Québec
- BARRIAULT E. *Revue de littérature : évaluation du potentiel viticole d'un site*. 36 p
- Comité Champagne. 2017. *Protection contre les gelées de printemps*. Guide Pratique de Viticulture Durable en Champagne. p 120-123
- Institut Français de la Vigne et du Vin. 2016. *Les produits de biocontrôle homologués en viticulture*. www.vignevin.com
- JOLIVETY. 2006. *Mille et une recettes de lutte contre le gel printannier*. Conférences Journées AgroVisions. Québec. 9 p www.agrireseau.net
- Fiche Technique PEL 101GV. www.lvvd.fr
- MADELIN M., 2004. *L'aléa gélif printannier dans le vignoble marnais en Champagne : modélisation spatiale aux échelles fines des températures minimales et des écoulements d'air*. Thèse de doctorat de l'Université de Paris 7, 347p.
- ROCQUE A. 2016. *Rapport d'étude régionalisée de protection du vignoble contre les aléas climatiques*. Chambre d'Agriculture d'Indre-et-Loire. 269 p
- Selective Invert Skin. www.frostprotection.com
- TROUGHT M C.T, HOWELL GS., CHERRY N. 1999. *Practical Considerations for reducing Frost Damage in Vineyards*. Report to New Zealand Winegrowers.



BOURGOGNES

Bureau Interprofessionnel
des Vins de Bourgogne

PÔLE TECHNIQUE ET QUALITÉ DU BIVB
CITVB

6 rue du 16^e chasseurs - 21200 Beaune
Tél. 03 80 26 23 74 - Fax. 03 80 26 23 71
technique@bivb.com

Site extranet (réservé aux adhérents du BIVB) :
<https://extranet.bivb.com>