

ARTICLE POUR LA REVUE REUSSIR Fruits et Légumes

Jean-François Berthoumieu
acmg@acmg.asso.fr

LUTTER CONTRE LE GEL

S'adapter aux nouvelles contraintes ; confirmer des méthodes de protection moins onéreuses

Le souvenir de la gelée sévère d'avril 1991 s'estompe et inviterait à moins se préoccuper de moyens de lutte antigel surtout dans le contexte économique actuel.

Le coût de la main d'œuvre, les effets secondaires de la lutte par aspersion, le coût de l'énergie sont également des facteurs défavorables pour la mise en œuvre de moyens de lutte anti gel efficaces. Et pourtant !

Les exemples des producteurs qui ont subi des gelées sévères ces quelques dernières années doivent nous convaincre que l'on ne peut pas abandonner sa place dans un circuit commercial. Il est donc indispensable de « sécuriser » un pourcentage suffisant de ses productions car, même si le réchauffement climatique est bien là (presque 2°C en 35 ans), le risque gel demeure avec des descentes froides toujours possibles jusqu'au début mai.

S'adapter aux nouvelles contraintes

L'augmentation du coût de la main d'œuvre, de l'énergie, les nouvelles contraintes environnementales et l'impact du réchauffement climatique obligent à réfléchir pour adapter au mieux ses stratégies de protection de manière à ne pas être vulnérable face à une gelée sévère, rare mais possible.

Même si l'assurance récolte devient dans certains cas une nouvelle solution, il est utile de rappeler quelques principes de base (1) :

- le gel de rayonnement est la principale raison des gelées de printemps et d'automne. Le ciel est clair, le vent faible à nul, l'hygrométrie est trop basse pour permettre la formation de brouillard ;
- l'énergie perdue par rayonnement est de l'ordre de 150 à 200 watts/m² ; l'énergie fournie par la prise en glace de 30 à 40 m³ d'eau apportée par heure et par hectare peut compenser ces pertes et maintenir ainsi la température du végétal au dessus du seuil de sensibilité;

- les principes de lutte passive permettent de gagner environ 1°C : sol bien tassé avec herbe la plus rase possible, bandes bien dés herbées sous les rangs, haies brise-froid pour empêcher l'air froid de pénétrer dans la parcelle, zones d'évacuation de l'air froid fabriqué dans la parcelle, variétés plus résistantes, floraison retardée, exposition ;
- la lutte active par aspersion est démarrée en fonction de la lecture de la température lue sur un thermomètre humide de manière à connaître la température que prendra le végétal lorsque les premières gouttes d'eau lui tomberont dessus et qu'une partie s'évaporera pour saturer l'air ambiant. Dans des conditions d'air sec, on a pu observer des chutes brutales de 2°C et parfois davantage ;
- pour le chauffage ou les tours à vent, le démarrage peut se faire avec un thermomètre sec à condition d'anticiper de 30 à 40 minutes, le temps que la pleine puissance soit délivrée.

Confirmer des méthodes de protection moins onéreuses

C'est dans cette perspective que travaille le groupe gel, animé par le CTIFL et auquel participent activement l'ACMG avec le CEFEL et quelques O.P. plus sensibilisées.

Depuis, les travaux de l'INRA et de plusieurs laboratoires français (CNRS, GCEV, MUMM,..) présentés à la Commission d'agrométéorologie de l'INRA et publiés en 1993 (2), il n'y a pas eu à notre connaissance, de véritables nouvelles méthodes de lutte efficaces proposées et confirmées sur le terrain.

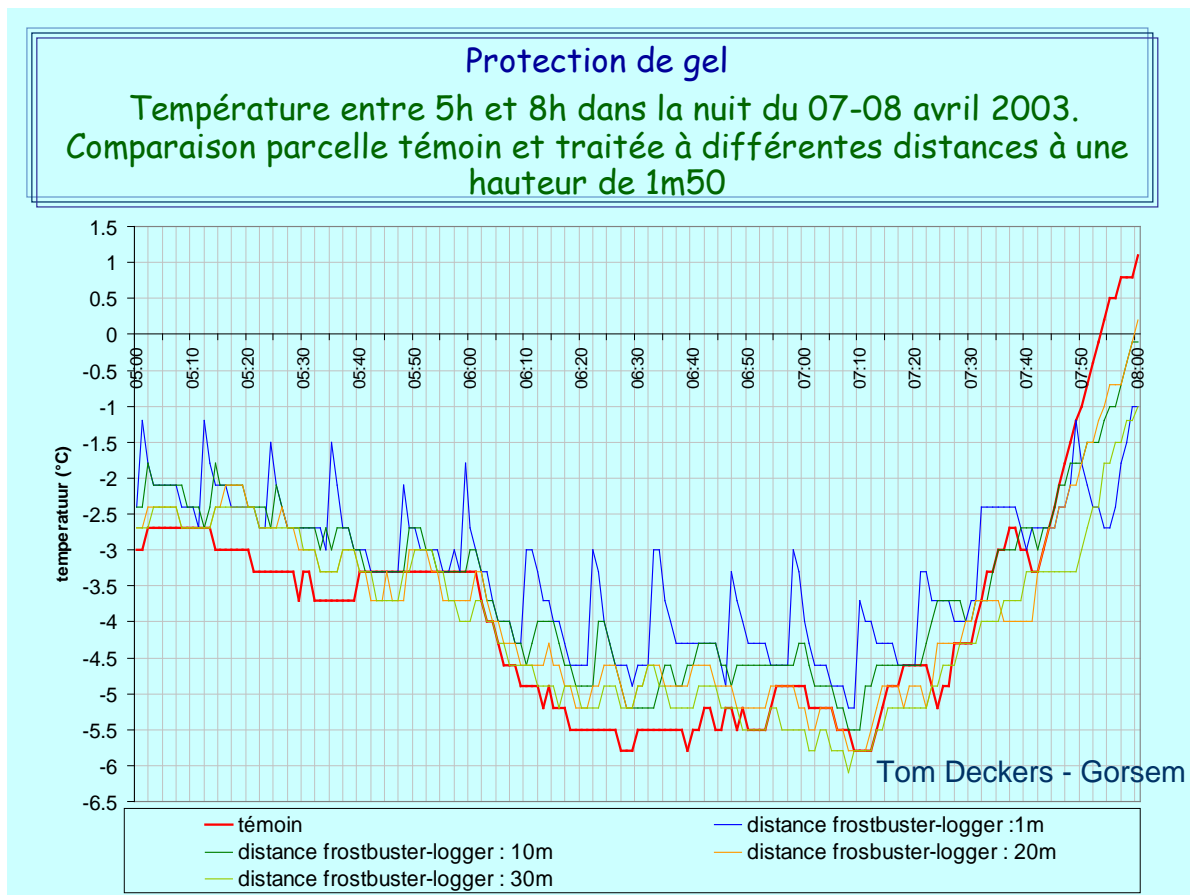
Pourtant deux nouvelles pistes apparaissent que l'absence de gelées sévères n'a pas permis de confirmer sur le terrain. Ce sont :

- les systèmes de ventilation de type « sèche-cheveux » comme les tours à vent et le **Frostbuster, mis au point il y a une dizaine d'années au Chili par M. Lazo,**
- la stimulation naturelle de l'acclimatation au froid avec les travaux sur les éliciteurs.

Ces deux approches ne cherchent pas à compenser l'énergie perdue par rayonnement mais plutôt à faire baisser le seuil de sensibilité des organes sensibles de 1 à 3°C ce qui est souvent largement suffisant pour sauver une récolte tant que les températures minimales ne **descendent pas en dessous de -5 ou -6°C.**

Le Frostbuster reste pour la plupart des scientifiques une énigme car avec seulement 10 % de l'énergie perdue, il semble apporter autant d'effet positif qu'une tour à vent. Son principe est de passer régulièrement toutes les 10 minutes environ dans un verger de 10ha maximum, avec un ventilateur qui propulse deux jets d'air horizontaux chauffés à un peu plus de 100°C à la sortie des tuyères.

Arrivé en 1999 / 2000 au Portugal où les résultats d'essais ont été décevants, c'est le CEFEL qui a le premier, en France, testé le prototype Chilien qui, n'étant pas aux normes européennes, a été repris et amélioré par une Société Belge qui le commercialise. Depuis 2001, Tom Deckers (3) est certainement le scientifique qui a acquis le plus d'expérience vu qu'il gèle plus souvent en Belgique et qu'il collabore avec les collègues de la station de recherche de l'INTA à Neuquen en Argentine où le gel est fréquent et redoutable (Exemple d'enregistrement effectué en Belgique lors d'une nuit de gel avec intervention du Frostbuster, voir Graphique 1).



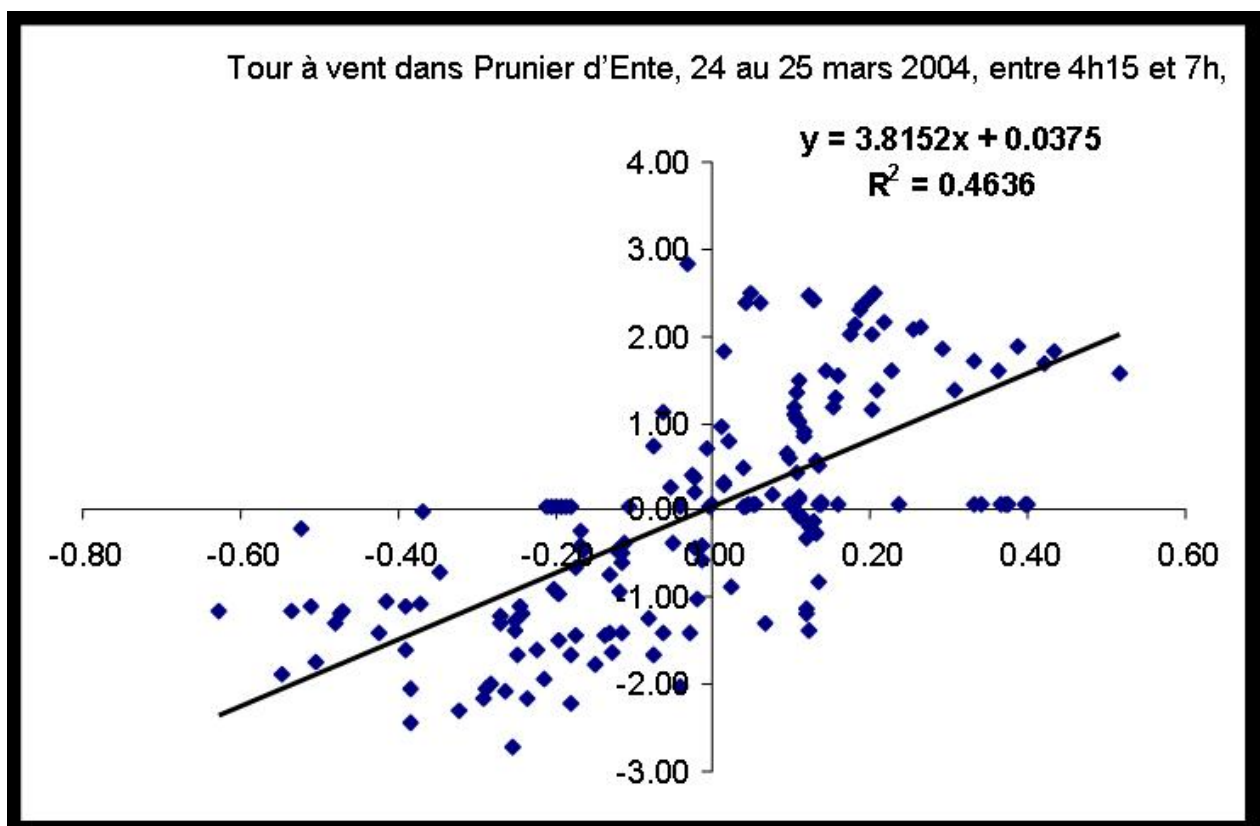
Graphique 1 : *Températures mesurées dans des bouquets floraux à une hauteur de 1,50 m durant la nuit de gel sévère du 7 au 8 avril 2003 et de 5 à 8 h 00 au verger expérimental de Vegi à Velm (Belgique) par l'équipe de Tom Deckers.*

Il confirme que lorsque le Frostbuster fonctionne normalement (pas d'arrêt prolongé suite au chargement des bouteilles de gaz), on note pour un gain moyen de 1°C une réduction sensible du pourcentage de dégâts sur fruits et une diminution des anneaux de gel et de problèmes de peau sur une distance d'environ 20 à 25 m, maximum 30 m. Différentes hypothèses d'explications sont avancées mais aucune certitude n'est acquise. Nous penchons pour l'effet « sèche cheveux » avec l'idée que l'on empêche le dépôt continu de rosée sur le végétal et qu'ainsi on réduit l'effet mouillage qui fait remonter le seuil de sensibilité autour de -2°C, et cela quel que soit le stade phénologique.

L'expérience du terrain semble en effet confirmer les travaux en laboratoire de l'INRA sur vigne ou ceux de chercheurs Californiens qui, il y a trois ans, ont testé notre hypothèse en mouillant au hasard quelques oranges, les autres restant sèches, et qu'ils ont fait descendre progressivement jusqu'à -7°C (jfthompson@ucdavis.edu). Au bout de 3 à 4 heures, toutes les oranges mouillées étaient gelées alors qu'il a fallu attendre 8h pour commencer à voir se geler les sèches dont certaines ont tenu 23h ! Si vous avez constaté dans vos vergers des faits analogues, n'hésitez pas à nous faire connaître votre point de vue ce qui aidera le groupe à aller plus vite et en confiance.

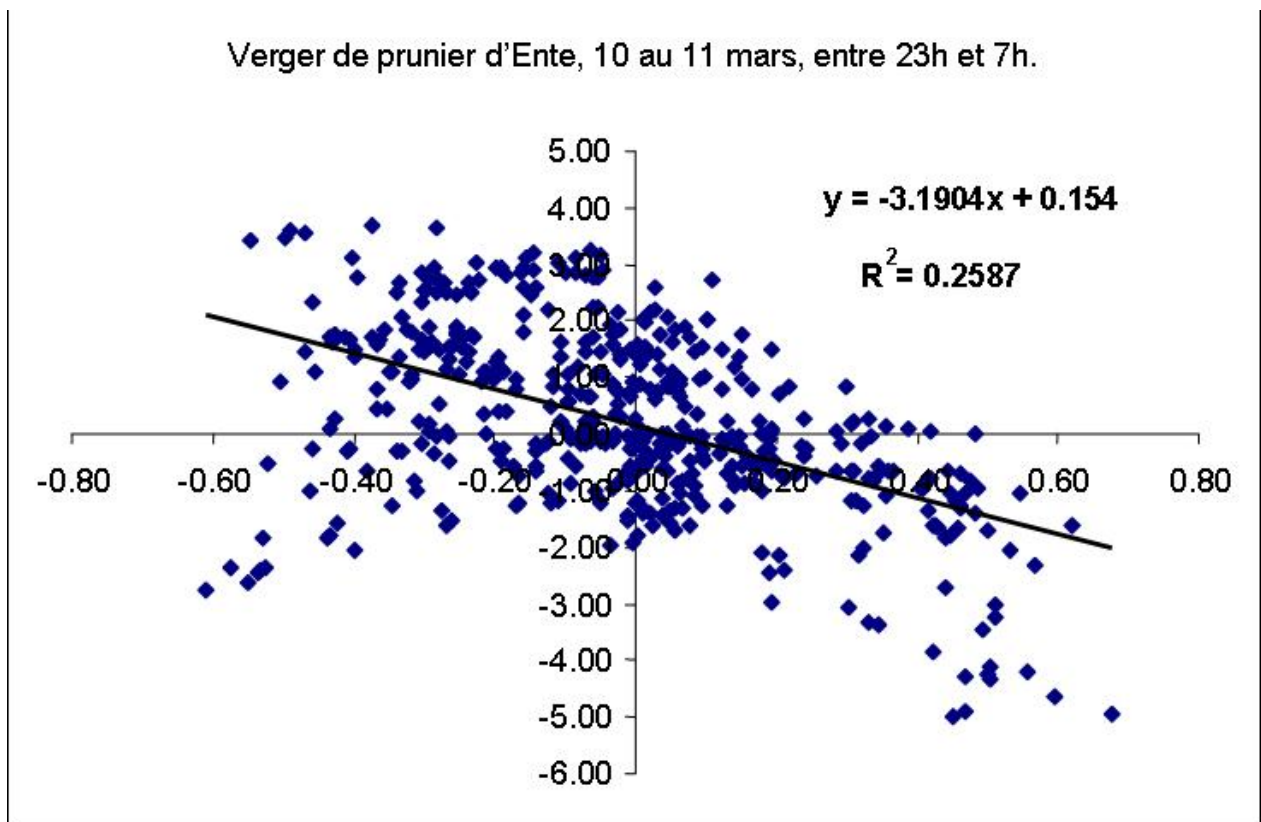
De notre côté, à l'ACMG, nous avons équipé trois vergers de Lot-et-Garonne, protégés par tour à vent ou Frosbuster, de capteurs de température et d'humidité de type Tiny Tag. Même s'il n'a pas assez gelé pour faire apparaître des dégâts, nous avons observé un fait remarquable, à savoir que la ventilation semblerait propulser dans le jet d'air, les dépôts de rosée accumulés sur les parties aériennes des arbres touchés par le flux.

On observe en effet, momentanément juste après le passage du flux d'air, que l'humidité de l'air augmente au moment où le végétal se sèche. On suppose un transfert d'eau liquide qui s'était déposé sur les parties rayonnantes du végétal, les plus froides, vers l'air ambiant (et sans doute le sol) dans lequel une partie de cette eau s'évapore ce que traduirait l'augmentation de l'hygrométrie simultanée avec la croissance de la température. Ce phénomène est apparu lorsque l'on présente, à un instant donné, l'écart de la valeur de température et d'humidité à la moyenne de ces valeurs durant les 30 mn précédentes et suivantes ; cet écart varie en général de $-0,6$ à $+0,7^{\circ}\text{C}$ pour les températures (axe horizontal) et de -3 à $+3$ % pour l'humidité (axe vertical) (*voir graphique 2*).



Graphique 2 : *Ecart instantané de température à la moyenne sur une heure : axe des ordonnées et écart instantané d'hygrométrie par rapport à la moyenne sur une heure : axe des abscisses. Relevés effectués durant le fonctionnement d'une tour à vent lors d'une nuit de gel faible dans un verger de prunier d'Ente.*

Dans le cas du Frostbuster utilisé dans un verger de pommier en axe classique, on retrouve ce comportement alors que, par exemple lors d'une nuit sans démarrage de la lutte on mesurait un comportement classique qu'illustre le graphique 3. On remarque juste que les écarts instantanés ont des valeurs extrêmes légèrement plus élevées allant de -0.6 à presque +0.7°C pour les températures et variant de -5 à +4 % pour l'humidité. On remarque, en bas à gauche, un nuage de quelques points qui ont eu le même comportement que lors d'une période de lutte. Peut être l'effet du vent ?



Graphique 2 : *Ecart instantané de température à la moyenne sur une heure : axe des ordonnées et écart instantané d'hygrométrie par rapport à la moyenne sur une heure : axe des abscisses. Relevés effectués durant une nuit sans démarrage de la lutte anti gel dans le même verger de prunier d'Ente que dans le graphique 2.*

Cependant, si dans les enregistrements effectués sur pommiers avec Frostbuster et pruniers d'Ente avec tour à vent, on observe bien ce phénomène d'évolution inversée, dans le troisième verger de pruniers d'Ente équipé d'un Frostbuster, on ne le retrouve pas !. On est tenté d'expliquer cette différence par le fait que, si les jets d'air de la tour à vent et du Frostbuster traversent bien la frondaison des deux premiers vergers, dans le troisième verger de pruniers d'Ente, les jets d'air chaud du Frostbuster passent en dessous de la frondaison, sans quasiment aucun effet mécanique ou thermique sur les dépôts de rosée de la frondaison située au-dessus.

D'autre part, lorsque la lutte est lancée dans les deux premiers vergers, on constate, que lorsque la température instantanée devient inférieure à la température moyenne des 30 mn précédentes et des 30 mn suivantes (axe horizontal), l'hygrométrie de l'air ambiant baisse simultanément alors que normalement elle devrait augmenter !

- L'explication la plus probable serait qu'une fois la turbulence du jet d'air dissipée, une partie de l'eau à l'état « d'égoutter » les arbres mais le processus de refroidissement « mouillé » se maintient et rapproche le moment où la surfusion de l'eau à l'intérieur des cellules du végétal ne sera plus maintenue.
- b) lorsque l'effet turbulent disparaît et que la stratification thermique se réinstalle, la recondensation de la vapeur d'eau de l'air ambiant libère alors de l'énergie calorifique qui ralentit d'autant le refroidissement général. Or on sait qu'il suffirait de 0.5 mm de rosée déposée à l'heure pour compenser les pertes par rayonnement : la condensation de 1g d'eau apporte 600 calories (2508 J) ; or l'on sait que les pertes par rayonnement, convection et évaporation en situation de gel de rayonnement sont de l'ordre de 12 000 000 000 J par heure et par ha ce qui donne 4 784 690 g d'eau à condenser par heure et par ha, soit presque 5 m³ ce qui est équivalent aux 0.5 mm de rosée. Or les mesures en Belgique en 2002 et des témoignages au Chili et en Nouvelle Zélande (échanges avec M. Lazo) tendent à montrer que le frostbuster fonctionnerait moins bien lorsque on l'utilise sur une surface réduite de moins de 4ha. Est-ce que la raison à ce disfonctionnement ne viendrait pas du fait que l'on ne laisserait pas suffisamment de temps entre deux passages pour laisser s'installer la stratification thermique avec comme conséquence moins de condensation de vapeur d'eau sur les supports comme les branches, les feuilles et peut être même sur l'herbe au sol ?

On est donc là devant un paradoxe, d'un côté sécher le végétal pour le rendre plus résistant au gel et de l'autre faire condenser de la vapeur d'eau pour en récupérer de l'énergie. Il se pourrait que l'alternance judicieuse de ces passages turbulents chauds, toutes les 4 mn pour la tour à vent et toutes les 10 mn pour le Frostbuster, soit la réponse trouvée par l'expérience? A confirmer !

La deuxième piste est celle des éliciteurs, ces molécules qui peuvent faire acquérir temporairement aux plantes de nouvelles propriétés comme celle de résister au gel ou à des bactéries. Nous suivons particulièrement les travaux d'une chercheuse, Yvette Liénart (4), qui après avoir fait des travaux de recherche au CNRS (Grenoble) a décidé de créer une entreprise commerciale ELICITYL pour valoriser son savoir faire. Leur premier produit est mis au point pour protéger la vigne contre le gel. Mais comme nous, elle attend des conditions gélives pour en démontrer l'efficacité en plein champ alors qu'elle a déjà obtenu des résultats probants en laboratoire.

Aujourd'hui, la molécule signal (éliciteur) doit être mise en contact des jeunes feuilles par pulvérisation (cela veut dire que ce mode d'application sur arbres fruitiers ne sera possible qu'à partir du stade bouton vert et dès que les feuilles de rosette seront présentes) quelques jours avant une période gélive de manière que sa reconnaissance induise une série d'activations biochimiques jusqu'à abaisser le point de congélation cellulaire et donc une acclimatation au froid momentanée. Une autorisation de distribution pour expérimentation est acquise et comme c'est une molécule d'origine naturelle, elle peut être utilisée sans danger et n'a pas d'effet secondaire.

Bien entendu on se pose la question de la synergie possible entre ces deux pistes de développement de la lutte contre le gel. Et si une alternance de passages de flux d'air chaud avec des périodes de repos où la rosée s'évapore et se dépose induisait un effet éliciteur ? et si on pouvait appliquer ces molécules à des stades plus précoces, avant que les feuilles n'apparaissent ? et si on pouvait mieux protéger les cellules sensibles de l'effet du mouillage ? Autant de questions qui attendent des réponses alors qu'il faut déjà être prêt à lutter efficacement pour protéger sa récolte.

Fait à Agen le Mardi 1 Février 2005

Bibliographie

- 1) Gel de Printemps – Protection des vergers. CTIFL - 1998
- 2) Le Gel en agriculture- Commission d'agrométéorologie de l'INRA – 1993
- 3) Tom Deckers et H.Schoofs, Résultats obtenus avec le Frosbuster en 2003. Le Fruit Belge n°152 – 2004
- 4) Yvette Liénart, ELICITYL SA CERMAV-CNRS - BP 53 38041 Grenoble cedex 9, à Crolles 04 76 40 71 61