



HAL
open science

La gélivité des bourgeons, un phénomène complexe

Jean-Luc Gaignard, Martine Devaux, Jacques Luisetti

► **To cite this version:**

Jean-Luc Gaignard, Martine Devaux, Jacques Luisetti. La gélivité des bourgeons, un phénomène complexe. Arboriculture Fruitière, 1993, 457, pp.16-20. hal-02715278

HAL Id: hal-02715278

<https://hal.inrae.fr/hal-02715278v1>

Submitted on 1 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LA GÉLIVITÉ DES BOURGEONS UN PHÉNOMÈNE COMPLEXE

JEAN LUC GAIGNARD, MARTINE DEVAUX, JACQUES LUISETTI*

16



Doc. INRA

Photo 1 : Vitroplants de vigne, après exposition au gel (1 heure à -4°C). A droite, le vitroplant préalablement bactérisé avec *P. s. pv. syringae* a gelé, il est translucide, il s'est déshydraté et va complètement se dessécher par la suite; à gauche le plant témoin est indemne, il est resté en état de surfusion pendant le refroidissement.

L'abaissement de la température, l'état hydrique, le stade phénologique, les bactéries glaçogènes, le mouillage de surface et des composants cellulaires non déterminés aujourd'hui interviennent dans la gélivité des jeunes organes au printemps, chacun à des niveaux variables et avec des intensités différentes.

La mise en évidence de bactéries glaçogènes, présentes à la surface des plantes, a provoqué une reprise des recherches sur le gel de printemps (Luisetti et Gaignard, 1985; 1989). Les travaux sur vigne et sur arbres fruitiers ont montré que de nombreux éléments intervenaient dans l'initialisation de la rupture de surfusion(1) des bourgeons en développement au printemps. A partir

* INRA, pathologie végétale, Angers

des travaux menés dans notre laboratoire et publiés par différentes équipes de recherche, les connaissances acquises et les nombreuses questions encore posées à propos du gel de printemps sont présentées. L'interaction gel / bactériose sur arbres fruitiers est également abordée.

FACTEURS DE GÉLIVITÉ DES BOURGEONS

● La vigne

Les travaux réalisés sur plants en pots (2) (Luisetti et al., 1991), ont permis de mettre en évidence :

- Chaque bourgeon gèle indépendamment de son voisin, il y a cloisonnement. Lors de la nuit du 20-21 avril 1991, ces observations ont été confirmées en plein champ, après un refroidissement de l'ordre de -5°C estimé à une hauteur de 1.5 mètre, certains bourgeons n'ont pas gelé sur vigne (photo 2).

- Le phénomène de gel est aléatoire au printemps, un bourgeon "sec" et n'hébergeant pas de bactéries glaço-gènes peut geler à n'importe quelle température entre -2° et -6°C et la probabilité de gel (ou risque) s'accroît avec l'abaissement de température; ces résultats ont été confirmés lors des essais en vignoble (2) (Itier et al., 1991). Sur vitroplants de vigne, Gaignard (1992) a constaté le même phénomène.

- La modification de l'état hydrique de la plante augmente la probabilité de gel. Les plants ayant subi, la veille du refroidissement, un arrosage intensif, ont, quelle que soit la teneur en *Pseudomonas* une température moyenne de gélivité proche de 0°C , ce paramètre masque d'ailleurs toute l'influence de la teneur en bactéries (figure 1). Hewett et al. (1978) avaient déjà constaté ce rôle de l'eau contenue dans les bourgeons dans le seuil de gélivité de la vigne.

- En vignoble, Itier et al. (1991) ont constaté que le mouillage superficiel favorisait la rupture de surfusion.

- Les bourgeons "secs" hébergeant une quantité importante de bactéries glaço-gènes (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) gèlent, en moyenne, 1°C "plus tôt" que ceux n'hébergeant pas ou peu de bactéries glaço-gènes (figure 1, photo 3).



Photo 2 : Bourgeons gelés et bourgeons non gelés sur vigne, à Angers, après un refroidissement à -5°C (nuit du 20-21 avril 1991).

Ces résultats ont été confortés par ceux obtenus par Gaignard (1992) sur vitroplants (photo 1). Ce résultat confirme le pouvoir glaço-gène de ces *Pseudomonas* quand ils sont nombreux à la surface des jeunes feuilles. Bien sûr, il ne s'agit pas d'extrapoler un résultat acquis sur vitroplant, un plant de vigne en plein champ peut subir de nombreux autres éléments qui interviennent dans la prise en glace, les bactéries en étant un parmi d'autres. Itier et al. (1991) constatent d'ailleurs que l'action des bactéries est difficile à interpréter à partir d'une première analyse des résultats obtenus en vignoble.

- La température moyenne de rupture de surfusion n'a pas été significativement différente en fonction du stade phénologique dans le cadre des essais sur plants de vigne en pots, alors qu'elle

Lutte antibactérienne, chimique et biologique : une nouvelle voie est donc à envisager pour contrer les dégâts du gel. En ce qui concerne les moyens de protection disponibles aujourd'hui le lecteur pourra se reporter à l'ouvrage, édité en 1992 par le CTIFL, qui fait le point sur la "Protection du verger contre les gelées printanières."
CTIFL, 22 rue Bergère
75009 Paris

l'était au cours des essais conduits en vignoble (Itier et al. 1991).

● Les arbres fruitiers

Sur poirier et sur pêcher, à partir d'expérimentations menées également sur plants en pots, nous avons constaté que certains phénomènes étaient différents :

- La rupture de surfusion sur un plant se produit sur l'ensemble des organes de l'arbre en quelques instants, il y a conduction. Ce phénomène a été vérifié en verger lors de la nuit du 20-21 avril 1991, tous les bourgeons ont été détruits sur poirier dans la parcelle voisine de celle de vigne citée ci-dessus.

- A certains stades phénologiques (pré-floraison, floraison et jeune fruit), la rupture de surfusion conduit à la destruction partielle ou totale (en fonction de l'abaissement de la température, $-1,5^{\circ}$ à -3°C) des organes floraux. Si les dégâts de gel sont limités on peut observer ensuite le développement de dégâts de bactériose. En dehors de ces stades phénologiques, il y a peu ou pas de dégâts à ces températures.

- Dans certaines expérimentations sur plants en pots, nous avons constaté que les arbres porteurs de bactéries glaço-gènes gelaient légèrement "plus tôt" que ceux qui n'en hébergeaient pas ou peu. Lindow (1983), Lindow et Connel (1984) sur poirier et sur amandier, Gross et al. (1984) sur *Prunus spp.* ont vérifié que la présence d'une population bactérienne glaço-gène engendrait une augmentation de la température de rupture de surfusion.

- Sur pêcher, Andrews et al. (1983) ont constaté également le rôle de ces bactéries, mais prennent en compte aussi le stade phénologique et l'humidité de surface. Le rôle de l'eau, contenue dans les bourgeons, dans la modification du seuil de gélivité a été vérifié sur l'amandier, le pêcher et le pommier (Hewett et al., 1978).

- Des travaux menés sur pêcher par Asworth et al. (1985) et par Anderson et al. (1987), et sur *Prunus* par Asworth et al (1985) et Gross et al. (1984, 1988) concluent sur une hypothèse différente : l'existence de noyaux non bactériens, intrinsèques aux tissus auraient un rôle primordial dans l'initialisation de la rupture de surfusion. D'ailleurs, Cody et al.

(1987) constatent toujours une rupture de surfusion dès - 2°C, sur poirier, malgré l'abaissement des populations bactériennes glaçogènes.

- Dans le cadre d'expérimentations sur pêcher et sur kiwi conduits en pots, sur kiwi conduit *in vitro*, sur lesquels *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* et *Pseudomonas viridiflava* glaçogènes ont été préalablement installés, lors d'abaissements de température limités (1 heure à - 2°, - 3°C), de légers dégâts de gel apparaissent et les jours suivants des nécroses de type bactérien se développent (photo 4). La bactérie a eu un rôle dans l'initialisation de la rupture de surfusion (53 / 56 vitroplants hébergeant des bactéries ont gelé alors que seulement 2 / 24 vitroplants témoins ont présenté une rupture de surfusion). Elle pénètre par les microlésions formées lors du gel et entraîne des dégâts bactériens (Luisetti, 1978; Luisetti et Gagnard, 1987; Luisetti et Gagnard, 1989; Gagnard, 1992) (photo 5). Un phénomène identique a été également observé par Stile et Seemüller sur cerisier (1987), ils expliquent la pénétration des bactéries par la dépression qui a lieu au moment du passage de l'état solide à l'état liquide (volume supérieur de la glace). Sur poirier, Whitesides et Spotts (1991) ont mis en évidence une relation entre le niveau de la population de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* et l'importance des dégâts bactériens. C'est au stade pleine fleur que ceux-ci sont les plus élevés, l'humidité durant et immédiatement après le gel étant un élément clé du processus.

Dès 1965, Liegel soulignait la complexité des phénomènes intervenant dans la sensibilité au gel des plantes, teneur en eau, état du cytoplasme et modifications chimiques causées et commandées par l'activité des enzymes. A partir de nos travaux sur vigne, de nos premières observations sur arbres fruitiers conduits en pots et des résultats dont nous avons connaissance, nous ne pouvons faire que le même constat, 28 ans après! Abaissement de la température, état hydrique de la plante, stade phénologique, bactéries glaçogènes, mouillage de surface interviennent dans l'initialisation de la rupture de surfusion. Des constituants cellulaires, non identifiés, sont suspectés aujourd'hui. En fonction des circonstances, chacun des éléments a



Photo 3 : Bactéries épiphytes (*Pseudomonas*) observées au microscope électronique à balayage à la surface d'une feuille. On peut dénombrer, au printemps, jusqu'à 106 bactéries glaçogènes par bourgeon.

un rôle plus ou moins important, l'un ou l'autre pouvant dominer ou masquer les autres. Ces constituants et les facteurs influençant l'impact de chacun dans la cristallisation sont à déterminer.

Les faits observés sur une espèce végétale ne sont pas transposables sur une autre. De même, les observations faites sur vitroplants, sur plantes en pots, sur plantes dans un site donné ne sont pas généralisables mais permettent d'analyser certains phénomènes.

En fonction de l'intensité de la cristallisation, on constatera sur arbres fruitiers, sensibles aux *Pseudomonas* glaçogènes et phytopathogènes, soit une destruction totale des organes floraux en cas de forte intensité ou des dégâts de gel limités en cas de faible intensité et un développement de bactériose si l'inoculum épiphyte est important. Ceci nous amène à poser la question de la lutte contre ces bactéries.

LES PERSPECTIVES DE LUTTE

La première voie de lutte pour limiter les risques de dégâts de gel consiste à ne pas planter des espèces sensibles dans les parcelles gélives et humides, choisir des variétés tardives afin de limiter la probabilité de température négative à des stades sensibles est également à prévoir. La deuxième porte sur la limitation de l'abaissement de la température au niveau de l'atmosphère et/ou des

organes sensibles : entretien du sol, réchauffement de l'atmosphère, des organes, brassage de l'air, aspersion, blocage du rayonnement des plantes. L'action des nouveaux matériaux de protection thermique et radiative serait à étudier.

Les résultats obtenus sur vigne confirment que dans certaines conditions, les bactéries viennent s'ajouter aux autres éléments glaçogènes connus et inconnus à ce jour. Ceci montre que la voie de lutte antibactérienne est une voie supplémentaire à envisager. Sur une plante, le poirier, un produit antibactérien, la fluméquine, commercialisée sous la marque Firestop® est à utiliser à la dose de 150 g de fluméquine / 1 000 litres d'eau / ha pour limiter la multiplication de ces *Pseudomonas* épiphytes et pathogènes. Abaisser les populations peut limiter les risques de gel mais surtout limitera les dégâts bactériens, raison pour laquelle la lutte chimique doit être menée sur cette plante sensible à la bactérie (Luisetti et Gagnard, 1991).

Nous n'avons connaissance d'aucun résultat significatif en Europe à propos de la lutte antibactérienne directe contre le gel au printemps. En revanche, les Américains ont obtenu, par une voie de lutte faisant appel aux biotechnologies (bactérie glaçogène sur laquelle a été retiré le gène clonant pour la production de la protéine glaçogène, devenue non glaçogène, pulvérisée sur les plantes), une réduction des dégâts de gel (Lindow, 1988). Par voie chimique, Lindow et Connel (1984) ont également réduit les

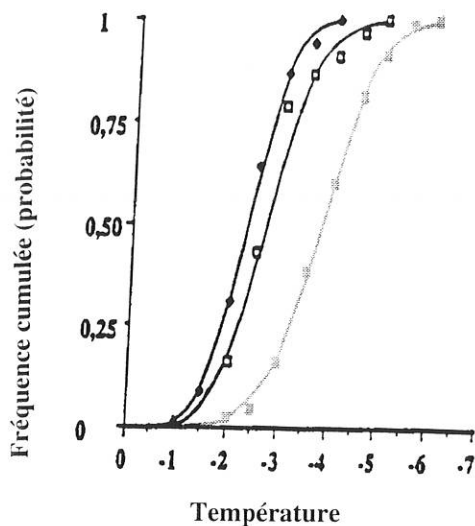


Figure 1 : Fréquence cumulée (ou probabilité) des températures de rupture de surfusion des bourgeons (stades 3-5 et 7-9 cumulés). Effet des différents traitements : plants arrosés la veille "bactérisés" et "non bactérisés"; plants "secs" et "bactérisés", présentant 106 bactéries par bourgeon; plants "secs" et "non bactérisés" présentant 103 bactéries par bourgeon (d'après Luisetti et al., 1991).

dégâts sur amandier aux Etats-Unis. Pour des raisons d'écologie, la lutte chimique antibactérienne de printemps sera difficile, impossibilité d'utiliser des antibiotiques à grande échelle vue les risques potentiels (apparition de germes

résistants) et phytotoxicité des cuivres à cette saison. C'est ce qui nous a conduit à envisager la lutte biologique basée sur l'action de bactéries antagonistes des *Pseudomonas* glaçogènes. A partir de différentes plantes, nous avons collecté des bactéries épiphytes, montrant *in vitro*, un effet antibactérien vis à vis de ces *Pseudomonas*. Elles pourraient être testées maintenant sur plantes en plein champ afin de vérifier leur capacité à coloniser la surface des jeunes organes au printemps, à réduire les populations glaçogènes et les dégâts de gel. Une autre approche consiste à mener des recherches sur les mécanismes de la vie épiphyte des *Pseudomonas* afin de pouvoir mieux lutter demain contre ces bactéries dès leur installation afin de réduire l'inoculum. Des recherches dans cette voie sont en cours à Angers.

Les connaissances acquises et les questions posées, autres noyaux, interaction et action de chaque paramètre, montrent que les recherches sur le gel doivent se poursuivre. Outre des bactériologistes, des physiologistes, des généticiens, des bioclimatologistes et des météorologues

ont à approfondir ensemble les phénomènes complexes auxquels nous sommes en présence pour mieux protéger demain les plantes contre ce problème climatique. Des chimistes, spécialistes des nouveaux matériaux, pourraient également apporter leur contribution pour la lutte. La protection ne sera totale que lorsque tous les paramètres intervenant dans le gel seront connus et maîtrisés.

(1) Température de rupture de surfusion, de cristallisation ou de cessation de surfusion : Température à laquelle un corps passe de la phase liquide à la phase solide. En l'absence de noyaux glaçogènes, l'eau extra-pure peut rester en état de surfusion jusqu'à - 35°C.

(2) Ces travaux ont été financés en partie par le Fonds National des Calamités Agricoles.

BIBLIOGRAPHIE

Anderson J.A., Ashworth E.N., Davis G.A., 1987. *Nonbacterial ice nucleation in Peach shoots*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 112, 215-218.

Andrews P.K., Proebsting E.L., Gross D.C., 1983. *Differential thermal analysis and freezing injury of deacclimating peach and sweet cherry reproductive organs*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 108, 755-759.

Ashworth E.N., Anderson J.A., Davis G.A., Lightner G.W., 1985. *Ice formation in Prunus persica under field conditions*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110, 322-324.

Cody Y.S., Gross D.C., Proebsting E.L., Spotts R.A., 1987. *Suppression of ice-active Pseudomonas syringae by antagonistic bacteria in fruit tree orchards and evaluation of frost control*. Phytopathology, 77, 1036-1044.

Gaignard J.L., 1992. *Apport de la culture in vitro dans l'étude de l'interaction de Pseudomonas syringae avec des plantes ligneuses*. Diplôme de Recherche de l'Université de Nantes, 119 p.

Gross D.C., Proebsting E.J., Andrews P.K., 1984. *The effect of ice-nucleation active bacteria on temperatures of ice nucleation and freeze injury of prunus flower buds at various stages of development*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 109, 375-380.



Photo 4 : Nécroses observées sur feuilles de kiwi. *P. s. pv. syringae* a été pulvérisé sur les feuilles. 8 jours après les plants ont séjourné 1 heure à -2°C. *P. s. pv. syringae* a initié le gel et a pénétré par les microlésions, entraînant quelques jours après ces nécroses.

Gross D.C., Proebsting E.L., Maccrindle-Zimmerman H., 1988. *Development, distribution, and characteristics of intrinsic, nonbacterial ice nuclei in Prunus wood*. Plant Physiol., 88, 915-922.

Hewett E.W., Young K., Proebsting E.L., Mills H.H., 1978. *Modification of critical freezing temperatures in fruit buds by elevated tissue water content*. Hort Science, 13, 247-249.

Itier B., Flura D., Brun O., Luisetti J., Gagnard J.L., Choisy C., Lemoine G., 1991. *Analyse de la gélivité des bourgeons de vigne in situ sur le vignoble champenois*. Agronomie, 11, 169-174.

Liegel W., 1965. *Physiologie de la résistance au gel de plantes supérieures en particulier dans le cas des arbres fruitiers*. Phytoma, 172, 20-25.

Lindow S.E., 1983. *Methods of preventing frost injury caused by epiphytic ice-nucleation-active bacteria*. Plant Dis., 67, 327-333.

Lindow S.E., 1988. *Construction of isogenic ice-strains of Pseudomonas syringae for evaluation of competition on leaf surfaces*. In : Microbiological Ecology (Megusar F., Gantar M., eds) Slovene Soc. Microbiol., Lubljana, 509-515.

Lindow S.E., Connel J.H., 1984. *Reduction of frost injury to almond by control of ice nucleation active bacteria*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 109, 48-53.

Luisetti J., 1978. *L'influence du gel sur le développement des phyto bactérioses. Lutte contre les gelées*. In : Journées nationales d'information INVU-FLEC, 89-98. Angers, 1978.

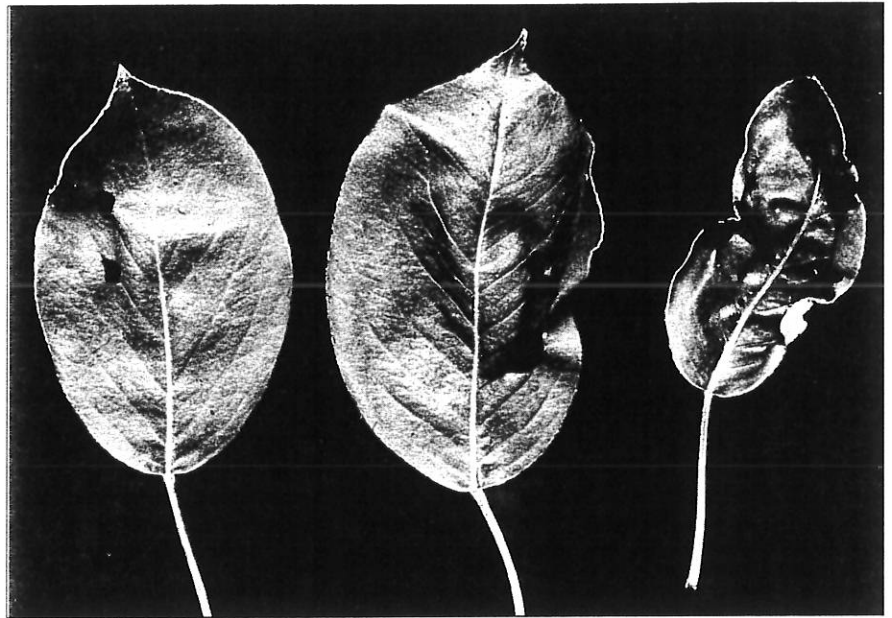


Photo 5 : Nécroses sur feuilles de poirier dues à *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, consécutives à un gel en verger.

Luisetti J., Gagnard J.L., 1985. *Gel de printemps et bactéries glaçogènes*. Arboric. Fruit., 373, 46-48.

Luisetti J., Gagnard J.L., 1987. *Deux maladies bactériennes du kiwi en France*. Phytoma, 391, 42-45.

Luisetti J., Gagnard J.L., 1989. *Les bactéries glaçogènes et leur rôle dans les gelées de printemps*. C. R. Acad. Agric. Fr., 75, 93-98.

Luisetti J., Gagnard J.L., 1989b. *Implication du pouvoir glaçogène des bactéries dans le développement de phyto bactérioses*. C. R. 1er Congrès SFP, 6. ENSAR, éd. Rennes, 1986.

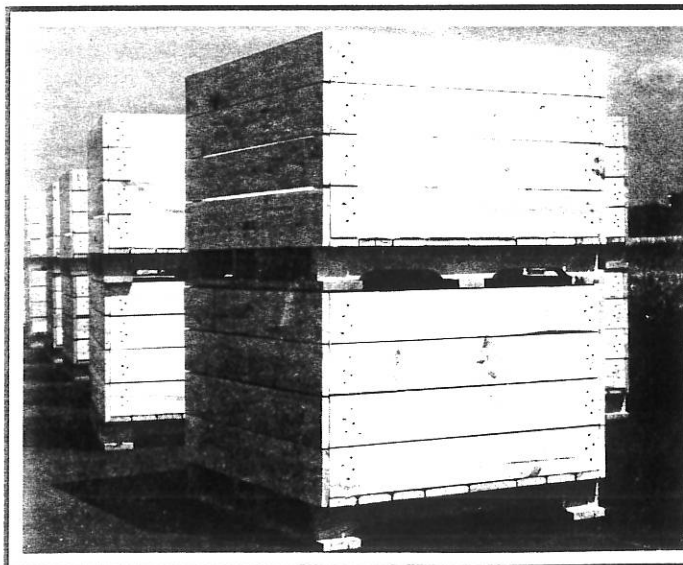
Luisetti J., Gagnard J.L., 1991. *Le dessèchement bactérien du poirier dû à Pseudomonas syringae pv. syringae*. In :

Protection intégrée du verger, Pommier, Poirier, 115-117. CTIFL-INRA eds. C. R. Entretiens techniques d'Angers, 1990.

Luisetti J., Gagnard J.L., Devaux M., 1991. *Pseudomonas syringae pv. syringae as one of the factors affecting the ice nucleation of grapevine buds in controlled conditions*. J. Phytopathol., 133, 334-344.

Süle S., Seemüller E., 1987. *The role of ice formation in the infection of sour cherry leaves by Pseudomonas syringae pv. syringae*. Phytopathology, 77, 173-177.

Whitesides S.K., Spotts R.A., 1991. *Induction of pear blossom blast caused by Pseudomonas syringae pv. syringae*. Plant Pathol., 40, 118-127.



EN PIN ET CHÊNE PALOX HORIZONTAL SANS BOULON...

L'ASSEMBLAGE SOLIDAIRE
DU FOND ET DES CÔTÉS ÉLIMINE
LE RISQUE DU « JEU » DU PALOX
DANS LE TRANSPORT, D'OÙ UNE
DIMINUTION ASSURÉE
DE LA TALURE SUR LES FRUITS.

SOLIDITÉ INCOMPARABLE.

Avec le Système Breveté
Léopold DUFÉHY

49160 LONGUÉ - Tél. 41 52 10 82 - Fax 41 52 19 02