

Les gelées de printemps : fragments d'Histoire

FICHE QUESTIONS SUR... n° 01.05.Q01

Mots clés : gelée printemps

Les gelées de printemps (ou du printemps), celles qui surviennent quand la végétation a démarré, sont une préoccupation depuis l'Antiquité. Y compris, donc, en climat méditerranéen où, comme l'expliquera en 1844 Gasparin, *"Il ne faut pas se fier aux faveurs des climats méridionaux ; en raison de leur beau ciel même et de la précocité de la végétation, les gelées printanières y sont quelquefois plus redoutables que dans des climats où les plantes se développent plus tard"*.

Qu'en disent les textes des siècles passés ? En voici quelques aperçus sur la "production" du gel, ses effets sur les plantes, et comment s'en prémunir.

La "production" du gel

"La conjonction et la pleine lune ne sont nuisibles, même pendant les nuits, que lorsque le temps est serein et l'air complètement calme" écrivait Pline l'Ancien au début de notre ère. Depuis l'Antiquité, le fait que les gelées de printemps se produisent de nuit par ciel clair, donc quand on voit les astres, a fait conclure que ce sont ces derniers qui les envoient, en particulier la lune (*la lune rousse*).

L'idée que les corps perdent de la chaleur en rayonnant apparaît à la fin du XVIII^e siècle. Quelques étapes :

Genève, 1784-1792 : rayonnement invisible et profils de température

Pictet montre, avec des miroirs, que les corps peuvent échanger à distance, de façon invisible, de la chaleur (ou son inverse le froid). Prevost interprète ces observations en termes de rayonnement invisible : *"Des expériences sûres prouvent que la chaleur obscure rayonne comme la lumière"*. À propos des gelées, Séneber (1791) n'est pas loin de l'idée d'un bilan radiatif.

Pictet avait aussi montré l'existence durant la nuit *"toutes les fois que le temps est calme et serein"* d'un gradient de température inverse de celui du jour, le froid étant le plus fort juste au-dessus du sol ; on savait par ailleurs que la variation diurne de température devient vite très faible en profondeur dans le sol. Le jour, l'air échauffé sur les surfaces recevant le rayonnement solaire monte car il est plus léger (*Figure 1*, droite) ; la nuit, celui refroidi par contact avec la surface du sol est plus lourd et reste en bas (*Figure 1*, gauche).

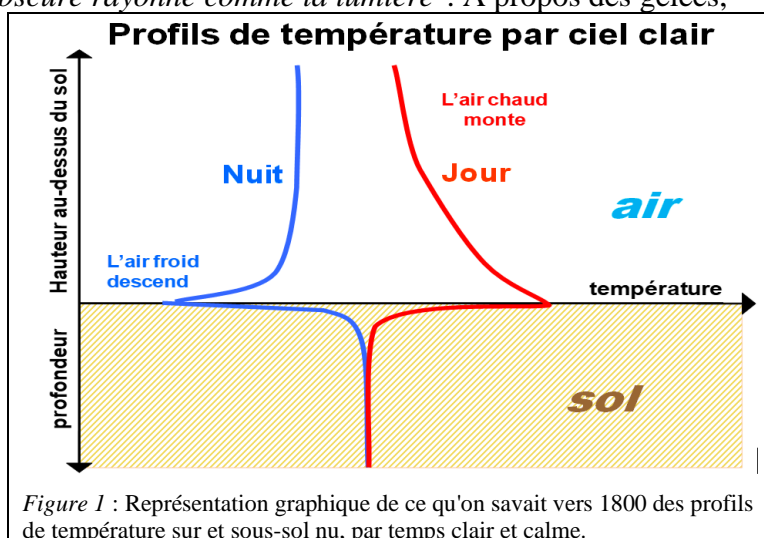


Figure 1 : Représentation graphique de ce qu'on savait vers 1800 des profils de température sur et sous-sol nu, par temps clair et calme.

Édimbourg, 1811-1814 ; Paris 1827 : c'est à la surface des corps que le refroidissement se produit

Le physicien écossais William-Charles Wells (1757-1817) montre, par une remarquable série d'expériences, que ce n'est pas la rosée qui refroidit les corps sur lesquels elle se dépose, mais que c'est le refroidissement radiatif de la surface de ces corps qui y provoque la condensation, et donc la rosée, quand l'air est assez humide ; il montre aussi que le vent réduit le dépôt de rosée en mélangeant les couches d'air.

En 1827, à Paris, Arago diffuse les résultats de Wells et les applique aux gelées de printemps : "*Personne, avant M. Wells, n'avait imaginé que les corps, à la surface de la terre, sauf le cas d'une évaporation prompte, pussent acquérir la nuit une température différente de celle de l'atmosphère dont ils sont entourés. (...) Il ne faut donc pas juger du froid qu'une plante a éprouvé la nuit, par les seules indications d'un thermomètre suspendu dans l'atmosphère : la plante peut être fortement gelée, quoique l'air se soit constamment maintenu à plusieurs degrés au-dessus de zéro. Ces différences de température entre les corps solides et l'atmosphère, ne s'élèvent à 6, 7, ou 8 degrés ... que par un temps parfaitement serein. Si le ciel est couvert, la différence disparaît tout-à-fait ou devient insensible*".

En 1844, Boussingault présente une synthèse déjà presque actuelle, à laquelle il ne manque que la loi du rayonnement du corps noir, établie plus tard.

Quelques points de ce qu'on savait au milieu du XIX^e siècle :

Les gelées de printemps ne tombent pas du ciel : c'est la chaleur (du sol, des plantes) qui s'échappe en rayonnant à travers un ciel "vide" (qui ne fait pas écran) vers l'espace, dont la température de rayonnement est très basse.

Ces gelées se produisent localement : comme le montre Wells, le bilan radiatif est d'autant plus négatif que l'angle sous lequel on voit le ciel est grand. L'intensité de la gelée et ses effets dépendent donc de facteurs locaux : topographie, géométrie des lieux, etc.

Les effets du gel sur les plantes

Ce qui se passe dans une plante, dans une cellule, est beaucoup plus difficile à observer et comprendre que ce qui se passe à l'extérieur.

Duhamel du Monceau et Buffon, 1737

En 1737, Duhamel du Monceau et Buffon présentent à l'Académie des Sciences un mémoire sur les "*différents effets que produisent sur les Végétaux, les grandes gelées d'Hiver & les petites gelées du Printemps*". Ils interprètent un grand nombre d'observations et une expérimentation originale de Buffon mais – bien qu'ayant les éléments pour cela – ils ne donnent pas à l'état d'avancement de la végétation l'importance qui est la sienne ; ils attribuent aussi un rôle exclusif à l'humidité, quelle qu'en soit la source y compris la transpiration des plantes, dont ils disent pourtant "*qu'elles ne transpirent presque pas dans l'hiver, non plus qu'au commencement du printemps*".

Sénebier, 1791

Un demi-siècle plus tard, Sénebier explore toutes les hypothèses d'explications, sans être vraiment convaincu par celles qu'il retient, n'arrivant pas à les rendre compatibles avec tous les faits observés. Il évoque la surfusion de l'eau (alors observée dans des tubes en verre) comme pouvant jouer un rôle dans la résistance des plantes au gel : "*comme leurs vaisseaux sont beaucoup plus capillaires, elles ont moins de parties capables de congélation*".

Il reprend en gros l'interprétation proposée par Duhamel et Buffon : la sève gèle d'autant plus facilement qu'elle est aqueuse, "*Toutes les causes qui introduisent de l'eau dans les plantes leur seront funestes (...), les vignes se gèlent particulièrement dans les lieux bas, parce que, comme ils sont moins aérés, les plantes y sont aussi plus humides. (...) Enfin, la gelée est plus fâcheuse, quand l'air est calme, que lorsque le vent souffle, parce que ce dernier, qui dessèche les plantes, en détache l'eau qui pouvait leur nuire en se gelant*".

Une nouveauté est le transfert de chaleur depuis la profondeur du sol, qu'il suppose fait par la montée de sève, la rupture par le gel de ce transfert de chaleur expliquant ce qu'on observe au dégel : "*quand les plantes gelées ou leurs parties restent à l'air, elles se dessèchent bientôt & tombent en poussière : ce qui prouve pareillement que la partie gelée ne communique plus avec la partie saine, que le gel a rompu cette communication, & que leur sève bientôt évaporée ne se reproduit pas*".

Il conclut : "*Ce sujet (...) laisse encore bien des doutes & des incertitudes à fixer*".

Gasparin, 1844

Encore un demi-siècle plus tard, Gasparin avoue de même "*Les observations des effets du froid sont très nombreuses, mais elles présentent une multitude de contradictions, venant, en général, de ce que ces effets ne peuvent être appréciés que par la comparaison de la température et de l'état de la végétation au moment où elle reçoit l'impression frigorifique, tandis que l'on n'a trop souvent considéré que la température et les résultats du froid. (...) Mais ce qui rend plus difficile la détermination de ce degré extrême, c'est que nous voyons les ravages du froid dépendre souvent beaucoup plus des circonstances du dégel que de l'intensité même du froid et de l'état des cultures*".

Gasparin affirme en effet, après d'autres, que "*la cause principale du mal produit par le froid peut être attribuée à la rapidité du dégel*" et aux rayons du soleil levant, une explication déjà donnée par Olivier de Serres, et pas encore totalement éclaircie de nos jours

Comment s'en prémunir ?

Évoquons les moyens envisagés, suivant leur ordre d'apparition dans la littérature, sans aborder la question de leur rentabilité, trop contingente.

Le choix des espèces et variétés, en lien avec la localisation (l'exposition)

De l'Antiquité au XIX^e siècle, les auteurs en parlent à partir de listes de variétés existantes, sans envisager leur amélioration.

Au milieu du XX^e siècle, Schad et Geslin reprochent aux exploitants d'avoir planté des vignes et des vergers n'importe où, sans respecter "*la vocation naturelle des terres*" et "*les principes de base (...), qui ne sont en fait que le fruit d'une expérience plusieurs fois millénaire*". Et ils insistent sur la recherche et la création variétales, avec deux objectifs :

- la résistance au froid,
- et la tardiveté, afin que le débourrement et la floraison se produisent quand le risque de gel est moindre.

Ne pas travailler le sol, pour le garder compact

Columelle, vers l'an 42 de notre ère, écrivait : "*Quand on sème les fèves sur une terre non labourée, on la herse après l'avoir disposée en raies ; quoiqu'il y ait des gens qui soutiennent qu'on ne doit pas herser le terrain sur les fèves dans les terres exposées au froid, parce qu'alors la terre préserve de la gelée la plante encore tendre, et lui procure quelque chaleur propre à tempérer les rigueurs du temps*".

En 1600, Olivier de Serres donne le même conseil pour la vigne, et en 1695 La Quintinie pour les fleurs.

Les connaissances actuelles sur la meilleure conductivité thermique d'un sol tassé, et donc une quantité de chaleur remontant de la profondeur vers la surface plus grande, protectrice des végétaux, expliquent ces constats.

La fumée, les brouillards artificiels ou leur mélange

Dans l'Antiquité, Pline l'Ancien recommandait : "*Quand vous avez des craintes, brûlez dans les vignes et dans les champs des sarments ou des tas de paille, ou des herbes, ou des broussailles arrachées : la fumée sera un préservatif*." (liv. XVIII, § 70).

En France, tout part du texte d'Olivier de Serres : "*Les gelées sont (...) détournées de la vigne, si en les prévenant, on fait en plusieurs lieux d'icelle des grosses et épaisses fumées avec des pailles humides, et fumiers mi-pourris, lesquelles rompant l'air, dissolvent telles nuisances*." (Liv. 3, chap. 5). En 1804, Dussieux et Huzard ajoutent en note : "*Il paraît, au surplus, que très anciennement dans le Bordelais, toutes les herbes que l'on arrachait en nettoyant les vignes, étaient mises sur les bords pour être employées à l'usage indiqué par Olivier de Serres*".

En 1805, Leschevin indique que les princes de plusieurs États allemands ont rendu obligatoire cette méthode de lutte collective.

Ces fumées produites par la combustion de végétaux humides, fumier et déchets divers, étaient des mélanges de fumée (particules solides) et de brouillards (gouttelettes). Étaient-elles efficaces ? La littérature l'affirme, mais à condition de bien couvrir toute la zone. Décrivant une protection réussie, Chaptal (1800)

indique : "La fumée était si épaisse que les habitants d'un village éloigné d'environ trois kilomètres n'apercevaient le soleil que comme on le voit quand il est prêt à percer un nuage".

Couvrir les plantes la nuit

Évoquée par de nombreux auteurs du XVIII^e siècle, cette solution est efficace, mais coûteuse en matériaux et/ou en main-d'œuvre.

Arroser les organes menacés

En 1784, Rozier constate : "M. Mallet (...) propose un moyen bien simple de garantir les arbres en fleur, & couverts de la gelée, (...) M. Mallet dit qu'il arrose les fleurs de ses arbres, leurs feuilles, &c, avant que le soleil soit levé. Cette pluie artificielle fait fondre les glaçons, parce que l'eau sortant d'un puits ordinaire, a ordinairement dix degrés de chaleur, qui suffisent & au-delà pour la fonte de la glace. Ce procédé est très ingénieux."

L'explication qu'il donne n'intègre pas la notion de chaleur latente (connue depuis 1761), ce que fait Sénequier (1791) en notant : "L'air, en s'appliquant sur les végétaux, leur abandonne l'eau qu'il tient dissoute ; mais l'eau, qui se gèle sur la plante, communique à la plante la chaleur qu'elle perd en devenant solide". Mais il pouvait difficilement alors imaginer en tirer un moyen de lutte autre que manuel, sur de toutes petites surfaces et des plantes de faible hauteur.

Organiser un système d'avertissements météo pour la lutte active

Un tel système a été mis en pratique dès 1898 à Montpellier, sa généralisation étant ensuite permise par les moyens de communication comme la radio.

Schad (1947) et Geslin (1950) expliquent comment le passage de la prévision nationale aux avertissements locaux doit être fait par des experts qui s'appuient sur des études microclimatiques fréquentielles.

Pierre MORLON, membre de l'Académie d'Agriculture de France

janvier 2022

Ce qu'il faut retenir :

Comprendre les dégâts des gelées de printemps exige de répondre à deux questions : qu'est-ce qui produit le froid ? Et comment ce froid détruit ou abîme-t-il les organes végétaux ?

On avait observé, dès l'Antiquité, qu'au printemps les gelées se produisent par ciel clair en l'absence de vent. Mais ce n'est qu'à partir de 1780 que des savants de Genève découvrent les échanges radiatifs entre corps ; en 1827, le français Arago applique aux gelées de printemps ce que l'écossais Wells avait démontré pour la rosée.

Ce qui se passe dans une plante, dans une cellule, est beaucoup plus difficile à observer et comprendre que ce qui se passe à l'extérieur. Pendant longtemps, les savants qui ont passé en revue les observations et résultats d'expériences, ont avoué ne pas être convaincus de leurs propres hypothèses. Ce fut le cas de Duhamel du Monceau et Buffon en 1737, de Sénequier en 1791, de Gasparin en 1844...

On n'a pas attendu la compréhension théorique des gelées de printemps pour recommander des moyens pour s'en prémunir : choisir les espèces cultivées en fonction du climat et de la topographie, laisser le sol compact, faire de la fumée, couvrir les plantes, arroser les organes menacés.

Pour en savoir plus :

- Une version plus complète de cette histoire a été publiée dans les *Mots de l'agronomie* : [https://mots-agronomie.inra.fr/index.php/Gelées de printemps](https://mots-agronomie.inra.fr/index.php/Gelées_de_printemps) : éclairages historiques