



**HAL**  
open science

## **Dynamique spatio-temporelle d'un événement extrême froid : impact de la circulation atmosphérique sur les basses températures en Bourgogne viticole.**

Catinca Gavrilescu, Yves Richard, Mario Rega, Olivier Planchon, Benjamin Bois

► **To cite this version:**

Catinca Gavrilescu, Yves Richard, Mario Rega, Olivier Planchon, Benjamin Bois. Dynamique spatio-temporelle d'un événement extrême froid : impact de la circulation atmosphérique sur les basses températures en Bourgogne viticole.. 33ème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Jul 2020, Rennes, France. pp.343-348. hal-02969443

**HAL Id: hal-02969443**

**<https://hal.science/hal-02969443>**

Submitted on 6 Nov 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.

## DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE D'UN ÉVÉNEMENT EXTRÊME FROID : IMPACT DE LA CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE SUR LES BASSES TEMPÉRATURES EN BOURGOGNE VITICOLE

GAVRILESCU C.<sup>1</sup>, RICHARD Y.<sup>1</sup>, REGA M.<sup>1</sup>, PLANCHON O.<sup>1</sup>, BOIS B.<sup>1,2</sup>

*1* CRC – UMR Biogeosciences, Université Bourgogne Franche-Comté / CNRS, Dijon, France  
([catinca.gavrilescu@u-bourgogne.fr](mailto:catinca.gavrilescu@u-bourgogne.fr))

*2* Institut Universitaire de la Vigne et du Vin, Université Bourgogne Franche-Comté, Dijon, France

**Résumé :** En avril 2019, la France a connu plusieurs épisodes de gel ayant occasionné des dégâts sur la quasi-totalité des régions vitivinicoles. En Bourgogne-Franche-Comté, les effets du gel ont revêtu un caractère très ponctuel, les plus forts dégâts étant observés dans les sous-régions viticoles très précoces de la Saône-et-Loire et du sud de la Côte de Beaune. Cette étude se focalise sur l'analyse multiscalaire de l'évènement gélif tardif survenu lors de la nuit du 4 et 5 avril sur une parcelle viticole localisée dans les Hautes Côtes de Beaune. L'analyse met en évidence l'impact des paramètres locaux (la topographie, les discontinuités de surface, etc.) sur la structuration spatio-temporelle des températures à l'échelle parcellaire. L'épisode de gel est caractérisé par des températures négatives, jusqu'à -3°C, accompagnées d'une très forte humidité relative de l'air (souvent 100%). Le temps est partiellement stable étant sur l'influence des conditions dépressionnaires marquées par une circulation atmosphérique en flux du sud-ouest.

**Mots clés :** extrêmes thermiques ; vagues de froid ; viticulture ; circulation atmosphérique ; impact physiologique

**Summary:** *Spatio-temporal dynamic of an extreme cold event: impact of atmospheric circulation on low temperatures in the wine-growing of Burgundy.* During April 2019 France experienced several frost events that caused extensive damage to almost all of its winegrowing regions. In Bourgogne-Franche-Comté the frost effects were very punctual and spatially diffused, the greatest damage being observed in the early bud breaking winegrowing sub-regions of Saône-et-Loire and the south of the Côte de Beaune. This study focuses on the multi-scalar analysis of the spring frost event underwent during the night between the 4th and 5th of April on a vineyard plot located in the Hautes Côtes de Beaune appellation. The analysis highlights the impact of local parameters (topography, surface discontinuity, etc.) on the spatio-temporal structuring of temperatures at a local scale. During the night temperatures drop to -3°C while the air relative humidity indicates a percentage close to full saturation. The weather is partially stable being under the influence of low-pressure conditions accompanied by a southwest atmospheric circulation.

**Key words:** extreme weather events; cold snap; viticulture; atmospheric circulation; physiological impact

### Introduction

Le climat joue un rôle majeur sur le développement phénologique de la vigne et la production du vin (van Leeuwen *et al.*, 2004). La vigne est intimement liée à son cadre environnemental, étant largement influencée par les variations de température pendant et hors la saison de végétation (Parker *et al.*, 2011). Aux latitudes moyennes, la culture de la vigne est essentiellement menacée par l'occurrence de phénomènes météorologiques extrêmes. Ces événements se caractérisent par un changement brutal de température, impactant la plante et générant des pertes de récolte/rendement (Madelin, 2007). Les *extrema* de température lors du débourrement de la vigne sont accompagnés de manière fréquente par des phénomènes de gel. Par conséquent, l'occurrence des gelées tardives peut mener à des blessures sur les tissus verts de la vigne, mais aussi à une diminution du nombre de grappes par pied de vigne (Trought *et al.*, 1999).

À l'échelle locale, les dommages liés à l'occurrence du gel tardif sont très variables sur des espaces relativement restreints (Cellier, 1989 ; QuénoI, 2002). La localisation des dégâts est associée aux disparités spatiales de l'avancement phénologique de la vigne et de la géographie des températures nocturnes. Les contrastes spatiaux de température sont souvent engendrés par l'interaction complexe entre les paramètres de large et de fine échelle (Bonnefof, 2013). Ainsi,

le risque de gel est fortement piloté non seulement par les différents aspects topographiques (altitude, inclinaison de la pente, orientation des coteaux, etc.) et les caractéristiques de surface (présence d'obstacles naturels ou anthropiques), mais aussi par la configuration atmosphérique (stable/perturbée) et la dynamique des masses d'air (l'origine du flux). Il est donc très important de comprendre la façon dont tous ces éléments du milieu physique interagissent à travers différents niveaux d'échelle afin de singulariser les situations qui conduisent au gel.

Le présent travail cherche à discerner la dynamique spatio-temporelle du risque lié à l'occurrence du gel aux échelles fines et son impact sur la vigne illustrée par l'évènement gélif survenu pendant la nuit du 04/05 avril 2019 sur le territoire de la région vitivinicole de Bourgogne-Franche-Comté. Plusieurs indicateurs climatiques ont été calculés à partir des données de température issues d'un réseau des capteurs déployé par le Centre de Recherche en Climatologie et caractérisé par une haute densité spatiale et une résolution temporelle fine.

## 1. Matériel et méthodes

L'étude de la variabilité locale du risque de gel a été menée au sein d'une parcelle viticole présentant de manière récurrente des dégâts liés au gel. La zone d'étude, composée d'une parcelle de vigne de 2,1 ha (cadre pointillé) et d'une friche de 2,4 ha (cadre plein), se trouve au milieu d'un espace forestier à proximité du village de Magny-lès-Villiers, Côte-d'Or, en appellation Hautes Côtes de Beaune (Fig.1). Une discontinuité spatiale sous forme d'un muret et d'une haie, localisés en aval de la parcelle viticole, sépare la parcelle des zones situées en contrebas.

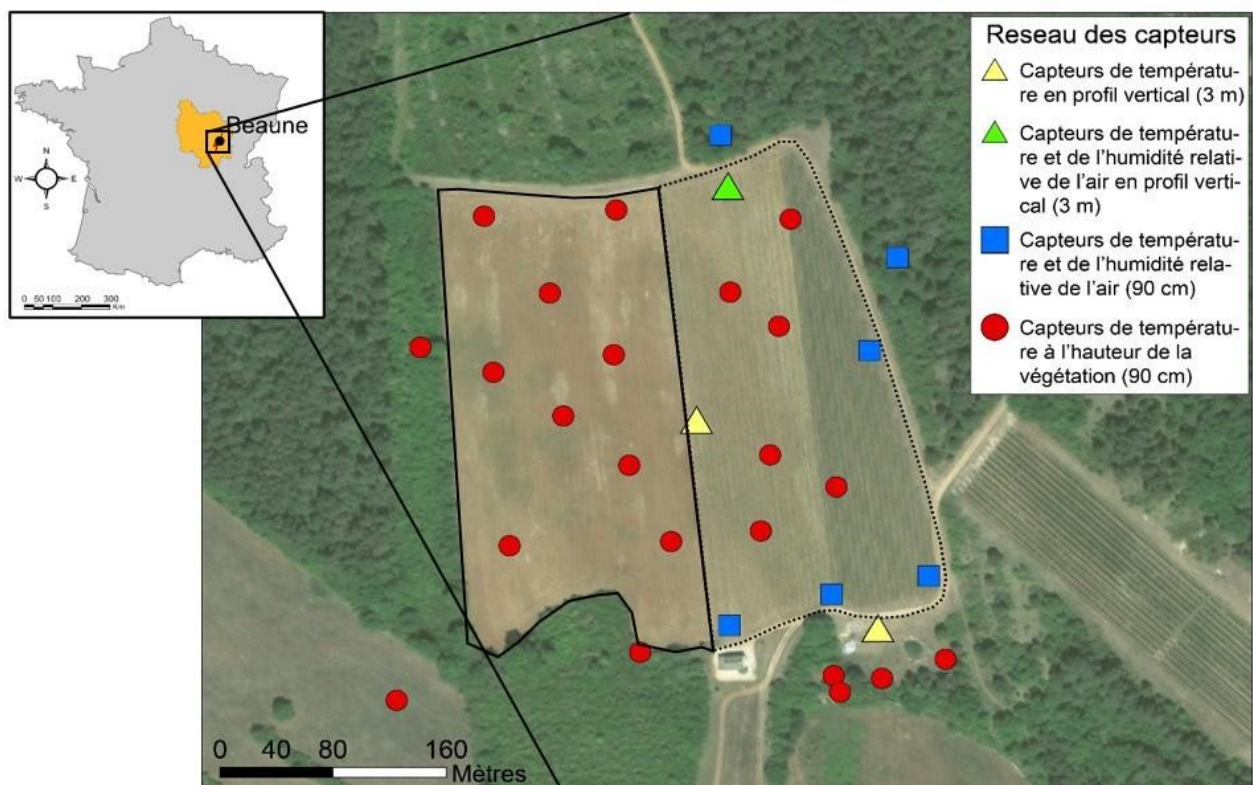


Figure 1. Représentation du réseau de mesures en vue aérienne. a) Le réseau est composé de 30 capteurs mesurant la température (points rouges) et l'humidité de l'air (carrés bleus) à la hauteur de la végétation (90 cm). Les triangles sur la carte représentent de mesures de température (triangle jaune) et de l'humidité de l'air (triangle vert) en profils verticaux.

### ***1.1. Données climatiques***

Les données ont été obtenues par l'intermédiaire d'un réseau dédié de 30 capteurs installés sous abris normés. Ils mesurent la température (points rouges) et l'humidité relative de l'air (points bleus) toutes les 15 min (Fig.1). Les capteurs, implantés à la hauteur de la végétation (90 cm), ont été déployés de façon à assurer la diversité et la couverture spatiale en prenant en compte différentes composantes du milieu (topographie, occupation du sol, etc.) susceptibles d'influencer les conditions climatiques. Afin d'avoir quelques profils verticaux, trois postes situés en haut, au milieu et bas de coteau (triangles jaunes et verts) sont équipés de sondes placées selon 3 hauteurs : 0,9, 2 et 3 mètres.

La campagne de mesures couvre le printemps 2019, du 23 mars au 1er mai. Cette saison est une période de grande vulnérabilité aux gelées tardives pour la vigne ayant débouillé. La caractérisation de l'événement gélif survenu pendant la nuit de 4 au 5 avril 2019 s'appuie sur l'analyse des trois variables : la température moyenne (T<sub>moy</sub>), la température minimale (T<sub>min</sub>) et le nombre d'heures avec une température < 0°C (NHG). Ces variables utilisées comme proxy pour la sévérité, l'intensité et la durée du gel, ont été calculées sur une plage horaire de 24h à partir de 07:00 UTC du jour *j* jusqu'au 06:00 UTC du *j+1*.

### ***1.2. Description topographique***

La description topographique a été réalisée à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) de résolution spatiale 5 mètres. Ce MNT est fourni par le service géomatique de l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière).

A partir du MNT, l'inclinaison de la pente ainsi que son orientation ont été calculées en s'appuyant sur les outils statistiques d'un Système d'Information Géographique (SIG).

La topographie de la zone d'étude est relativement homogène, caractérisée par une altitude comprise entre 393m et 405m, soit une amplitude de 12m entre le haut et le bas de coteau. La différence d'altitude est plus accentuée sur l'axe nord-sud (9 m) que sur l'axe ouest-est (6 m). A cette différence d'altitude est associé un petit creux topographique localisé en partie basse de la parcelle. La pente moyenne est d'environ 3,5°, légèrement plus forte (2 – 8°) en haut de la parcelle, alors qu'elle devient faible (<2°), voir même nulle plus bas. La partie viticole est principalement exposée au sud-ouest, tandis que la partie en friche est exposée au nord-est.

### ***1.3. Observations des dégâts sur la plante***

Un suivi sanitaire a été réalisé afin d'identifier les dégâts qui auraient pu survenir suite à cet épisode de gel. La parcelle de vigne est plantée en Chardonnay, cépage reconnu pour son débournement très précoce et donc sa grande sensibilité aux gelées de printemps. Cependant, le stade phénologique peu avancé (bourgeon dans le coton) conjugué à la précocité de l'événement climatique (début avril) ont permis à la vigne d'éviter tout dégât malgré l'intensité de l'épisode gélif (-3°C).

## **2. Résultats**

Début avril 2019, la France se trouve sur l'influence de plusieurs perturbations atmosphériques générées par la présence d'un profond thalweg en altitude (Météo-France, 2019). Le temps est généralement perturbé, étant sous l'influence d'une circulation atmosphérique de sud-ouest qui dirige, en alternance et en fonction du passage des systèmes frontaux, des masses d'air alternant froid et chaud. La configuration atmosphérique se stabilise (faible vent et nébulosité) au cours de la nuit du 4 et 5 avril, ce qui entraîne une baisse des températures sur une grande moitié est du pays.



La figure 2 présente la variation spatiale des températures moyenne et minimale, ainsi que du nombre d'heures de gel pendant la nuit de 4 au 5 avril 2019.

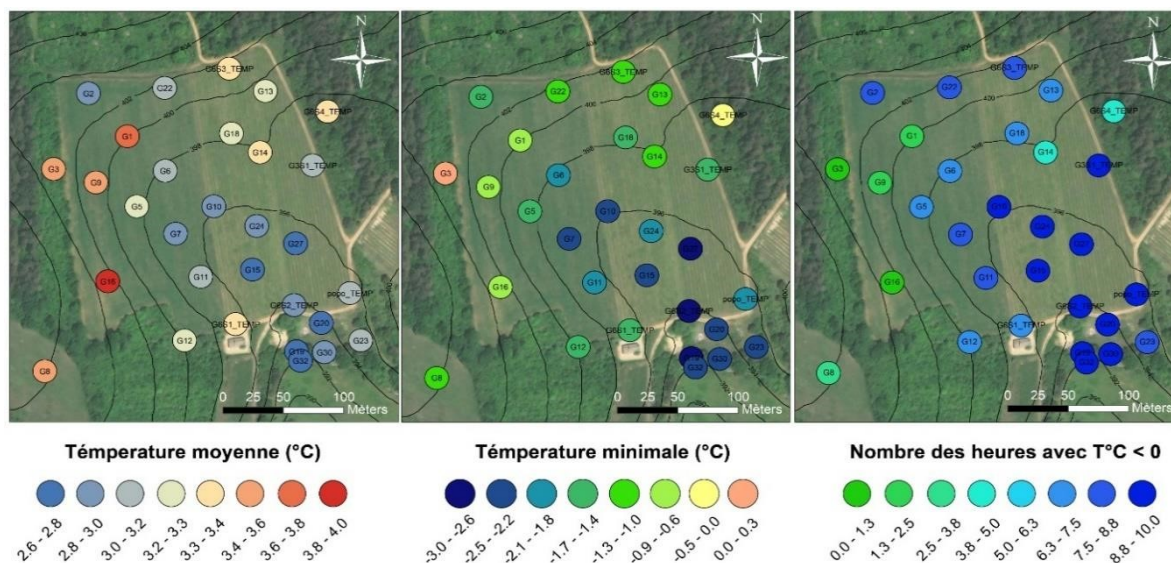


Figure 2. Cartes représentant la variation spatiale des températures moyennes (a) et minimales (b) et du nombre d'heures avec des températures  $< 0^{\circ}\text{C}$  (c) pendant la nuit du 04 au 05 avril 2019 sur la zone d'étude de Magny-lès-Villiers.

L'analyse de ces trois paramètres à l'échelle parcellaire met en évidence des contrastes thermiques relativement forts. Les températures minimales (Fig.2b) enregistrées à la hauteur de la végétation sont comprises entre  $0,5$  et  $-3^{\circ}\text{C}$ . Elles sont négatives sur la quasi-totalité de la zone d'étude. La température la plus basse a été relevée par le capteur situé en bas de coteau (G6S2\_TEMP). La température la plus élevée a été mesurée par le capteur positionné sous couvert végétal dans la partie ouest de l'aire d'étude (G3). Spatialement, l'écart thermique a été d'environ  $3^{\circ}\text{C}$  sur l'ensemble de la zone et de  $1,8^{\circ}\text{C}$  au sein de la parcelle de vigne. La structuration spatiale des températures est fortement influencée par le positionnement des capteurs (haut/bas de coteau, forte/faible pente, orientation du coteau, etc.) ainsi que par les conditions de surface et par l'occupation du sol. Lors du refroidissement nocturne, l'inclinaison des pentes entraîne l'écoulement de l'air froid et dense par gravité, sa circulation étant limitée par la présence du muret au bas de la parcelle viticole. Cela engendre une situation d'accumulation d'air froid dans le creux topographique, exacerbant ainsi le risque de gel pour les pieds de vigne localisés juste en amont de ce muret (Gavrilescu et Bois, 2016).

Les températures moyennes de la journée correspondant à cet épisode gélif sont comprises entre  $2,6^{\circ}\text{C}$  et  $4^{\circ}\text{C}$  (Fig.2a). Leur distribution spatiale est principalement tributaire de la variation des températures minimales sensiblement plus élevée que celle des températures maximales, comme cela est fréquemment observé (Carrega, 2003). Ainsi, les endroits caractérisés par une  $T_{\text{moy}}$  faible semblent être soumis à un refroidissement nocturne beaucoup plus prononcé. Les  $T_{\text{max}}$ , durant la journée du 4 avril, sont relativement basses en relation avec une nébulosité élevée. La durée du gel est donc plus importante dans le creux topographique qu'ailleurs. Les capteurs déployés dans cet endroit ont marqué entre 9h et 10h des températures avec des valeurs  $< 0^{\circ}\text{C}$  (Fig.2c). Des durées de gel relativement élevées (7,5h à 9h) sont également observées sur les capteurs localisés en haut du coteau, à proximité de la forêt. A noter que l'intensité du gel y était pourtant significativement plus faible qu'en bas de coteau. Cela peut s'expliquer en partie par l'absence d'apport calorifique par rayonnement solaire, ce qui conduit à une prolongation du froid nocturne du sol en matinée.

Le fort contraste thermique entre le haut et le bas de l'aire d'étude se maintient jusqu'au lever du soleil, ce qui suggère la mise en place d'une possible situation d'inversion thermique due au refroidissement nocturne (Fig.3). Cela est confirmé par l'analyse des températures en profil vertical qui indique une stratification de l'air. Des différences thermiques ont été observées sur l'ensemble des postes, plus ou moins prononcées selon les niveaux d'altitude et la situation topographique. Ainsi, l'écart thermique est-il plus fort entre 0,9 et 2 mètres qu'entre 2 et 3 mètres, alors que la stratification de l'air est plus prononcée sur le poste localisé dans le creux topographique que sur ceux situés en haut et en bas du coteau (1,75°C en moyenne).

Enfin, l'humidité relative de l'air indique des valeurs proches de l'état de saturation (90-100%) sur l'ensemble de la zone, ce qui peut engendrer des situations de précipitation de la vapeur d'eau sur les ceps de vigne. L'humectation de la surface des tissus verts, quel que soit le stade phénologique, a pour effet la modification de leur sensibilité au froid. Ainsi, en situation de forte humidité relative de l'air, les bourgeons et les jeunes pousses peuvent être susceptibles de geler à des températures nettement plus élevées (Itier *et al.*, 1991).

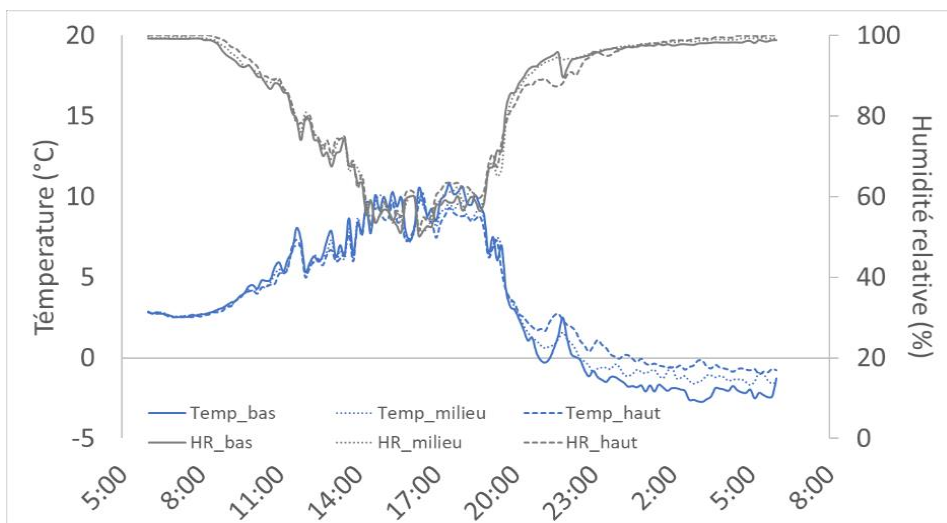


Figure 3. La variation des températures minimales (en ordonnée gauche) et de l'humidité de l'air (en ordonnée droite) au cours de la nuit du 04 au 05 avril 2019 en haut, au milieu et en bas de la zone d'étude de Magny-lès-Villiers.

## Conclusions et Discussion

Le risque de gel printanier et son impact sur la viticulture ont été étudiés en s'appuyant sur l'analyse de la variation locale des températures lors de la nuit de 4 au 5 avril 2019 sur une parcelle viticole de Magny-lès-Villiers en Hautes Côtes de Beaune. La géographie du gel observée à l'échelle parcellaire est très contrastée. Elle est structurée par la topographie, les caractéristiques de surface et l'hygrométrie de l'air. Une accumulation d'air froid en bas de la zone d'étude a été remarquée par configuration atmosphérique stable, engendrant ainsi une nette différence thermique entre le haut et le bas de coteau.

La description spatio-temporelle de cet événement climatique met en évidence le caractère exceptionnel de l'interaction entre les paramètres de large et de fine échelle ayant engendré l'apparition du gel. Les situations gélives printanières sont souvent favorisées par les circulations du nord ou d'est (Quenol, 2008). Cependant, les courtes périodes d'accalmie entre deux perturbations conjuguées aux conditions radiatives locales rendent possibles les gelées par circulation atmosphérique de sud ou de sud-ouest.

## Remerciements

L'étude a bénéficié du soutien financier de Claire Naudin, viticultrice et propriétaire du Domaine Ferrand Naudin à Magny-lès-Villers et du Conseil Régional de la Bourgogne-Franche-Comté. Nous remercions Albin Ullman (Biogéosciences CNRS / Université de Bourgogne) pour sa précieuse contribution scientifique au projet.

## Bibliographie

- Parker A.K., Garcia de Cortazar-Atauri I., Van Leeuwen C., & Chuine I., 2011. A general phenological model to characterise the timing of flowering and veraison of *Vitis vinifera* L. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 17, n°2, 206-216.
- Bonnefoy C., 2013. *Observation et modélisation spatiale de la température dans les terroirs viticoles du Val de Loire dans le contexte du changement climatique*. Thèse de doctorat de l'Université de Rennes 2, France, 309p.
- Carrega P., 2003. Le climat aux échelles fines. Publications de l'Association internationale de Climatologie, 15, 19-30.
- Cellier P., 1989. Mécanismes du refroidissement nocturne : application à la prévision des gelées de printemps. *Le Gel en Agriculture*. I.N.R.A., 145-164.
- Gavrilescu C., Bois B., 2016. *Variabilité thermique aux échelles fixes et impacts sur la viticulture : le cas du gel du 26 avril 2016 sur la butte de Corton*. Rapport de stage.
- Itier B., Flura D., Brun O., Luisetti J., Gaignard J.L., Choisy C., Lemoine G., Durand B., Masson S., Devaux M., *et al.*, 1991. Analyse de la gélivité des bourgeons de vigne. Expérimentation in situ sur le vignoble champenois. *Agronomie*, 11, 169-174
- Madelin, M., 2007. *L'aléa gélif printanier dans le vignoble marnais en Champagne : Modélisation spatiale aux échelles fines des températures minimales et des écoulements de l'air*. Thèse de doctorat, 35-50
- Météo France, 2019. Bulletin climatiques quotidiennes. URL: <https://donneespubliques.meteofrance.fr/>.
- Quénol H., 2002. *Climatologie appliquée aux échelles spatiales fines : influence des haies brise-vent et d'un remblai ferroviaire sur le gel printanier et l'écoulement du mistral*. Thèse de Doctorat USTL, Edition ANRT, ISBN 2-284-04081-0, 2002, 283p.
- Quénol H., Planchon O., Wahl L., 2008. Méthodes d'identification des climats viticoles. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 51, 127-137.
- Trought M.C.T., Howell G.S., Cherry N., 1999. Practical considerations for reducing frost damage in vineyards. Report to New Zealand Winegrowers. New Zealand Winegrowers, Auckland, New Zealand.
- Van Leeuwen C., Friant P., Chone X., Tregoeat O., Koundouras S., Dubourdieu D., 2004. Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55(3), 207-217.