

Utilisation des mesures infrarouges NOAA-AVHRR pour la spatialisation des températures minimales en situation de gel printanier dans le vignoble de Champagne.

Hervé Quénol¹
Malika Madelin²
Vincent Dubreuil¹

¹ COSTEL (Climat et Occupation du Sol par TELédétection), LETG – UMR 6554 CNRS, Université Rennes 2, place du Recteur Henri Le Moal 35043 Rennes Cedex - FRANCE.
herve.quenol@uhb.fr ; vincent.dubreuil@uhb.fr

² Université Denis Diderot (Paris VII), UFR GHSS, 2 place Jussieu 75251 Paris Cedex 05- FRANCE.
malika.madelin@parisgeo.cnrs.fr

Abstract :

The minimal air temperature of 23 stations was modelled by means of a multiple regression, which includes geographical and topographical parameters. The latter are known to have a strong influence on the spatial variability of frost risk in the Champagne vineyard. The comparison of this model with the NOAA-AVHRR data allows to improve our spatialisation by providing complementary informations, in particular on the thermal response of the land cover.

Key words : frost risk, spatial interpolation, Champagne vineyard, NOAA-AVHRR.

Introduction

Par sa situation septentrionale, le vignoble champenois (France) est particulièrement sensible aux événements gélifs se produisant au printemps juste après le débourrement des bourgeons (Bridier *et al*, 2004 ; Madelin, 2004). Plusieurs organismes¹ ont mis au point un système de prévision des températures minimales permettant d'optimiser la protection des vignobles à risque (Choisnel *et al*, 1993). Opérationnel depuis 1990, il donne une estimation à court terme des indices actinothermiques² pour quatre stations du vignoble marnais à partir de la température minimale prévue à Reims (station de référence). Une estimation de la température minimale pour seulement quatre points sur un vignoble aussi morcelé dans l'espace s'avère toutefois relativement insuffisante. En effet, des différences thermiques importantes entre des stations distantes de quelques kilomètres, voire entre deux relevés sur un même coteau, ont été observées. Ces contrastes thermiques s'expliquent par de nombreux facteurs relatifs, avant tout, aux conditions atmosphériques, à la topographie et à l'état du sol. Dans ce contexte, une estimation des températures minimales à une échelle fine constitue l'objectif de ce travail. Cette *spatialisation* des températures minimales repose sur deux approches : l'interpolation spatiale (topographie) et l'imagerie satellitaire NOAA-AVHRR³.

1 – Données et méthodes

Le vignoble champenois comprend un réseau dense et homogène de stations automatiques gérées par le CIVC et par Météo France, mis en place à partir de 1995. Nous avons retenu ici les données de températures minimales pour 23 stations météorologiques implantées dans ou à proximité du vignoble marnais, pour la date du 7 avril 2000. Cette date a été choisie car elle correspond à des conditions de gel nocturne radiatif : ciel clair, vent calme de nord-est et températures minimales relativement basses. Pour mettre en évidence les relations entre ces températures et les facteurs topographiques locaux influant sur leur variabilité spatiale, nous avons également eu recours à une base de données altitudinales (BD Alti – IGN, rés. plan. :

¹ Météo France, le Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne – CIVC et l'Institut National de la Recherche Agronomique – INRA.

² Thermomètres à l'air libre, à 10 centimètres du sol, assez proches de la température des bourgeons.

³ Radiomètre AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) du satellite NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*)

50m). L'interpolation spatiale des données ponctuelles des postes météorologiques, basée sur une approche multicritère (Feyt *et al*, 1995), repose sur une régression multiple pas à pas : nous cherchons à estimer la température minimale à partir de descripteurs pouvant intervenir, indépendamment les uns des autres, dans sa variabilité (Carrega, 1994 ; Fury et Joly, 1995) : nous avons retenu les facteurs géographiques (coordonnées géographiques) et topographiques (altitude, pente, azimut).

Les données infrarouges issues du radiomètre AVHRR du satellite NOAA 14⁴ permettent d'acquérir des informations sur la température des surfaces. Ces données ne peuvent pas être confondues avec la température de l'air mais elles sont considérées comme un bon indicateur à intégrer dans le modèle statistique au même titre que la topographie. Le traitement des images satellitaires a consisté à combiner les canaux 4 et 5 et à appliquer la formule de *Split Window* de Vidal Madjar⁵ afin de tenir compte des problèmes d'absorption atmosphérique qui perturbent le signal capté par le satellite.

2 – Résultats

Le 7 avril 2000, trois facteurs jouent un rôle significatif (59% de la variance expliquée) dans la variation des températures minimales : la composante nord-sud de l'orientation, la pente et la longitude⁶. Les températures minimales ont tendance à être plus basses pour les stations exposées au nord, dans des secteurs peu pentus et à l'ouest de la zone d'étude. A partir de l'équation du modèle et d'une information géographique et topographique tous les 50 m, nous avons estimé la température minimale sur l'ensemble du vignoble marnais.

Les limites de l'interpolation spatiale des températures minimales par régression multiple reposent principalement sur le fait que le modèle est basé sur des facteurs géographiques et topographiques. Cependant, les stations étant disposées exclusivement à proximité des vignobles, les autres facteurs liés à l'occupation du sol (surface en eau, forêt, urbanisation, ...) ne sont pas pris en compte. L'analyse des températures de surface NOAA-AVHRR permet d'obtenir des informations sur ces facteurs.

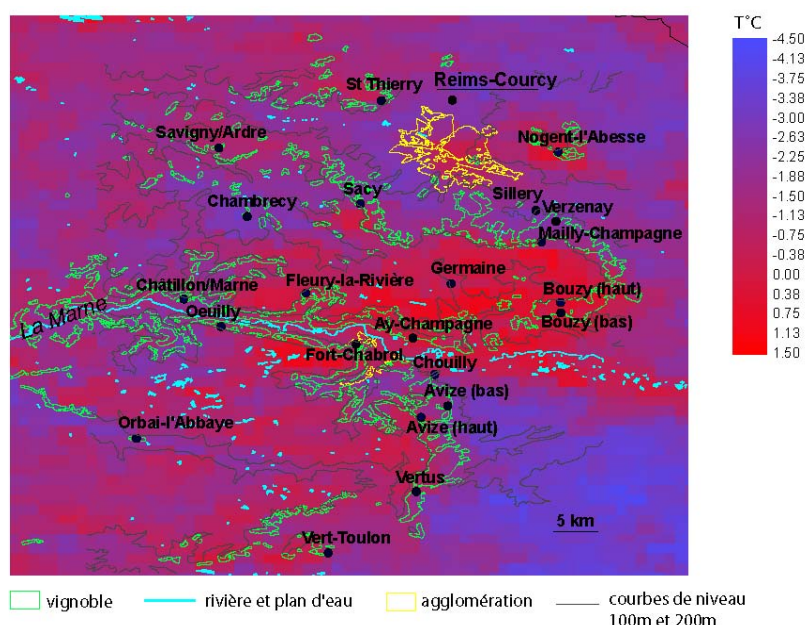


Figure 1 : Températures de surface NOAA-AVHRR le 7 avril 2000 (05h00 TU).

⁴ Les données présentées dans cette étude ont été fournies par le SATMOS (Centre de Météorologie Spatiale de Lannion).

⁵ Vidal Madjar : $T_s = T_4 + 2,78(T_4 - T_5) - 1,35$

⁶ En deux temps : $T_n = -0,83 - 1,38 \text{OrientNS} + 0,33 \text{Pente} + \varepsilon$, puis $\varepsilon = -82,50 + 1,15 \cdot 10^{-4} X + \varepsilon'$.

Les données infrarouges corroborent les résultats de la régression multiple. L'image des températures de surface fait ressortir en priorité la topographie du site d'étude : températures plus basses dans les secteurs subhorizontaux où l'air froid, issu des déperditions radiatives, s'accumule ("trous à gelées") par rapport aux secteurs plus pentus où les écoulements gravitaires limitent le refroidissement nocturne ; fraîcheur également sur les coteaux exposés au nord par rapport aux expositions sud. Certaines particularités topographiques aux échelles fines apparaissent sur l'image : ainsi, pour la station de Nogent-l'Abesse, située sur une butte à l'est de Reims, les températures de surface sont plus élevées.

L'image satellite apporte au modèle des informations supplémentaires sur l'occupation du sol. Ainsi, les températures de surface les plus élevées correspondent :

- Aux espaces urbanisés : « îlots de chaleur urbain » de l'agglomération de Reims où la température de surface est supérieure d'environ 2°C par rapport à la campagne périphérique ;
- Aux espaces humides (rivières, lacs, vallée de la Marne) ;
- Aux espaces boisés, alors que les plus basses températures correspondent aux secteurs de grandes cultures pour lesquels, à cette époque, les sols sont nus.

L'intégration des données satellitaires comme variable explicative supplémentaire dans la régression multiple (Dubreuil *et al.*, 2002) permet d'améliorer la précision du modèle.

Conclusion

Une cartographie des températures nocturnes, adaptée aux échelles fines, est entreprise en Champagne dans le but d'estimer les secteurs viticoles où le risque gélif est le plus intense. La modélisation spatiale des températures minimales par régression multiple fait bien ressortir les caractéristiques majeures de la distribution des températures minimales dans le vignoble champenois (opposition entre secteurs plats et pentus, entre expositions nord et sud) mais la *quasi*-absence de stations disposées en dehors du vignoble ne fait pas apparaître les effets des différents types d'occupation du sol. Bien que la résolution spatiale des données NOAA-AVHRR (1,1 km) soit supérieure au maillage du réseau de stations météorologique, l'apport des images satellites permet d'intégrer les caractéristiques environnementales et d'améliorer le modèle. Cette méthode d'interpolation des températures minimales de l'air combinant les paramètres géographiques avec des mesures infrarouges pourra être amélioré avec des données satellitaires disposant une meilleure résolution (par exemple, image Landsat TM6 avec une résolution de 120 m).

Bibliographie

- Bridier S., Quénot H. et Beltrando G., 2004. « Cartographie du potentiel de refroidissement en situation radiative : application aux terroirs des Fonds de Sillery dans le vignoble de Champagne », *Revue Internationale de Géomatique*, vol. 14, no. 1, pp. 119-132.
- Carrega P., 1994. *Topoclimatologie et habitat*, Analyse spatiale et appliquée. Thèse de doctorat de l'Université de Nice-Sophia Antipolis, Rev. Géogr. du Laboratoire d'Analyse Spatiale Raoul Blanchard, 408 p.
- Choisnel E., Jourdain S., Camblan M., Klis-Lilienthal I. et McVeigh J.-P., 1993. « Un système de prévision des gelées de printemps à une échelle fine dans le vignoble champenois », *La Météorologie*, vol. 8, no. 2, pp. 8-18.
- Dubreuil V., Montgobert M. et Planchon O., 2002. « Une méthode d'interpolation des températures de l'air en Bretagne : combinaison des paramètres géographiques et des mesures infrarouge NOAA-AVHRR », *Hommes et Terres du Nord*, no. 1, pp. 26-39.
- Feyt G., Mailloux H. et de Saintignon M.-F., 1995. « SIG et information climatique », *Revue Internationale de Géomatique*, vol. 5, no. 3-4, pp. 361-376.
- Fury R. et Joly D., 1995. « Interpolation spatiale à maille fine des températures journalières », *La Météorologie*, vol. 8, no. 11, pp. 36-43.
- Madelin, 2004. *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 de Géographie, Université Denis Diderot (Paris 7), 353 p. (soutenance : 17/12/04).