



Introduction

Connaître la variabilité du climat aux échelles locales est l'un des enjeux majeurs en terme d'adaptation des cultures au changement climatique. Dans cette étude, un réseau fin de capteurs a été installé dans un vignoble de la vallée de la Loire afin de spatialiser la température à l'aide de la modélisation multicritères.

Site d'étude et installation du réseau de capteurs

Le site d'étude couvre une surface de 600 ha de vignobles dans les Coteaux du Layon, situés au sud-ouest d'Angers, comprenant notamment l'appellation Grand Cru Quartes-de-Chaume (figure 1).

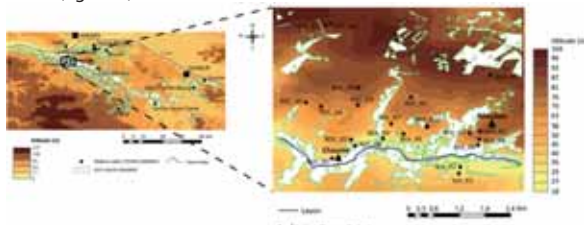


Figure 1. Zoom sur le réseau de capteurs de température installé dans les Coteaux du Layon. Données : [TERVICLIM/INRA-CTV et BD TOPO-49]

En avril 2009, 21 capteurs de température, placés dans des abris naturellement ventilés ont été installés dans les rangs de vigne des Coteaux du Layon (figure 2) afin d'évaluer la variabilité spatiale de la température au sein des parcelles.

Capteurs installés en fonction de l'altitude, des pentes, de l'orientation ... :

- ▶ Altitude variant de 25 m à plus de 90 m
- ▶ Pentes variant de 1,6 à 18,8°
- ▶ Orientations majoritairement de sud avec seulement 2 capteurs orientés nord

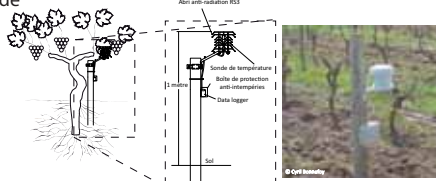


Figure 2. Schéma du dispositif de mesure de la température dans les rangs de vigne du vignoble des Coteaux du Layon (d'après Gemini).

Sélection et préparation des données

Données de températures

- ▶ Saison 2009 étudiée car saison avec le moins de pertes de données : 197 journées potentiellement modélisables
- ▶ Etude des journées avec variabilité spatiale marquée : seuil retenu de 1,5°C de différence entre le 2ème et le 8ème décile : 47 journées pour les Tn et 25 journées pour les Tx potentiellement modélisables

Données topographiques issues du modèle numérique terrain (MNT)

- ▶ Altitude et pente extraits à la maille du MNT (80 m de résolution horizontale)
- ▶ L'orientation décomposée en 2 composantes (NORD/SUD et OUEST-EST)

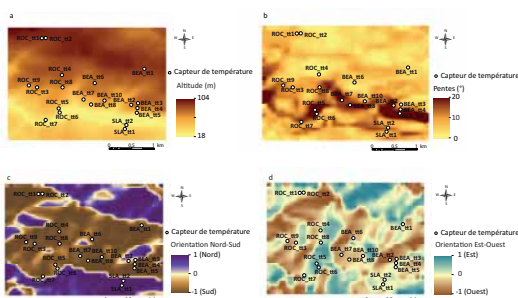


Figure 3. Données altitudinales (a), d'inclinaison de la pente (b), d'orientation nord-sud (c), et d'orientation est-ouest (d) extraites du MNT à 80 m de résolution. Données : [Terviclim/INRA-CTV]

Construction du modèle et automatisme

La régression linéaire multiple

- ▶ Croisement des données de températures avec les différents prédicteurs
- ▶ Sélection des variables avec le critère AIC (Akaike Information Criterion, 1973) :

$$AIC = -2 * \text{LogLik} + 2 * K$$

où LogLik représente le Log vraisemblance des paramètres associés aux données

K désigne le nombre de paramètres indépendants dans le modèle

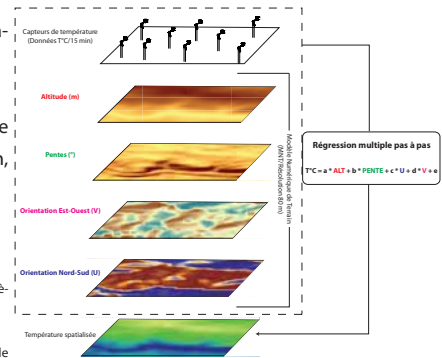


Figure 4. Schéma récapitulatif du modèle multicritères permettant de spatialiser la température dans le site des Coteaux du Layon. Données : [Terviclim/INRA-CTV]

- ▶ Procédure de sélection des variables mixte : Cet algorithme introduit une étape d'élimination des variables après chaque étape de sélection afin de retirer du modèle d'éventuelles variables qui seraient devenues moins indispensables du fait de la présence de celles nouvellement introduites.

Automatisation de la procédure

- 1 Entrée des données non-standardisées (chaque variable garde son poids original) de températures journalières et des variables explicatives dans le modèle pour chaque capteurs
- 2 Tableau de sortie avec les résultats et notamment les coefficients de régression standardisés des facteurs explicatifs ressortant par journées. La qualité générale du modèle correspond au coefficient de détermination multiple ajusté (R₂)

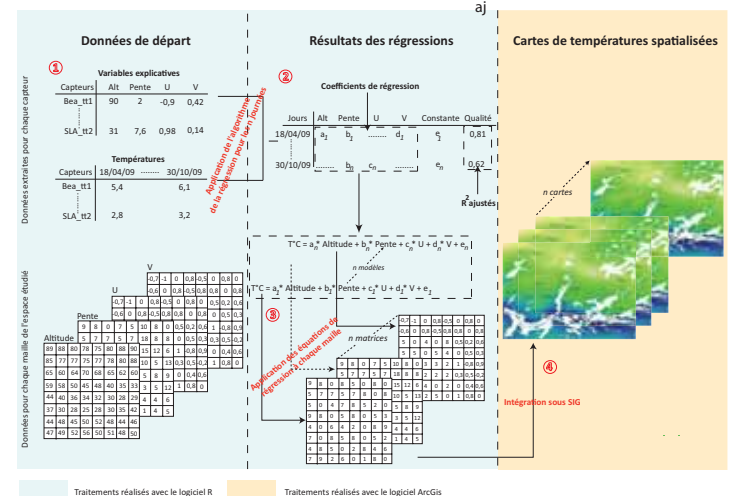


Figure 5. Schéma récapitulatif des étapes de la procédure d'automatisation des modèles multicritères issues des régressions multiples pas à pas.

- 3 Croisement des matrices de données issues des couches d'information du MNT avec les coefficients de régression non-standardisés de chaque variable pour l'obtention d'une matrice finale pour chaque journées

- 4 Visualisation des cartes obtenues et mise en page sous ArcGIS

Exemple de résultats

$$T_n = 0,08 * ALT - 0,06 * PENTE + 0,89$$

Qualité du modèle (R₂) = 93 %

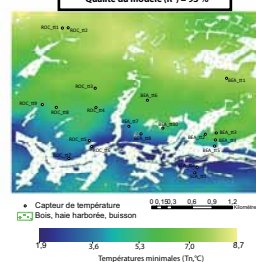


Figure 6. Spatialisation de la température minimale pour la journée du 29 octobre 2009. Données : [Terviclim/INRA-CTV]

- ▶ 29 octobre 2009 : le modèle explique 93% de la variabilité de la température minimale
- ▶ Altitude et pente sont les 2 facteurs explicatifs
- ▶ Conditions radiatives impliquant une inversion thermique avec des températures modélisées variant de 1,9°C à 8,7°C (+0,8°C/10 m d'élévation)

Conclusion et perspectives de l'étude

Cette méthode de modélisation de la température permet d'obtenir de manière automatisée des cartes spatialisées de la température dans le vignoble. Cependant, d'autres éléments, comme l'ouverture du paysage, la position d'abri des capteurs doivent jouer dans cette variabilité. Enfin, la modélisation non-linéaire pourrait également améliorer les résultats.