

ANALYSE CLIMATIQUE A L'ECHELLE DES COTEAUX DU LAYON

C. Bonnefoy¹, H. Quénol¹, G. Barbeau², M. Madelin³

¹ Laboratoire COSTEL, UMR6554 LETG du CNRS, Université Rennes 2 - Haute Bretagne, Rennes.

Cyril.bonnefoy@univ-rennes2.fr herve.quenol@uhb.fr

² INRA UE1117, UMT Vinitera, Beaucozéz, gerard.barbeau@angers.inra.fr

³ PRODIG, UMR CNRS 8586, université Paris Diderot malika.madelin@univ-paris-diderot.fr

RESUME

Les études d'impact du climat sur la vigne nécessite de descendre à des échelles très fines car les facteurs climatiques sont tributaires de la topographie, la végétation, les expositions ... Dans le cadre du programme ANR-JC Terviclim, 22 capteurs ont été installés dans les vignobles des Coteaux du Layon afin de caractériser le climat particulier de ces terroirs. L'analyse des températures montre de fortes disparités entre les data loggers et pourtant situés parfois sur les mêmes parcelles ou sur des parcelles voisines. Les indices bioclimatiques tels les degrés jours sont également contrastés suivant la situation des capteurs sur les coteaux.

MOTS-CLE

Etudes d'impact – vigne – échelles fines – Coteaux du Layon – terroirs – indices bioclimatiques

ABSTRACT

Climate impact studies on vine require downscaling because climatic factors depend on topography, vegetation, orientation ... In the framework of the ANR-JC Terviclim, 22 data loggers were settled in the "Coteaux du Layon" vineyards to characterize the particular climate of these terroirs. Temperatures analysis shows strong disparities between data loggers locate on the same plots or on nearby plots. Bioclimatic index as growing degree days are also contrasting depending on the data loggers situation in the vineyard.

KEY-WORDS

Impact studies –vine – downscaling – Coteaux du Layon – terroirs – bioclimatic index

INTRODUCTION

Les nombreuses interrogations posées par le changement climatique engendrent une multitude de questions sur le fonctionnement des géosystèmes aux échelles locales. Un changement global du climat aura obligatoirement des répercussions sur le climat local et sur les terroirs viticoles. Dans ce contexte, les impacts attendus d'un éventuel changement climatique posent un certain nombre de questions, ne serait-ce que pour améliorer l'adaptation.

Les changements climatiques en cours engendrent des modifications dans le cycle phénologique des plantes et modifieront très certainement la géographie de certains cépages. La vigne est sujette à ces changements avec une avancée des stades phénologiques déjà observée (Jones *et al.*, 2005 ; Madelin *et al.*, 2008). Afin d'étudier les futurs impacts du

réchauffement climatique sur les vignobles, le programme ANR-JC07194103 TERVICLIM¹ propose de définir le climat actuel de plusieurs vignobles dans le monde dont celui du Val de Loire. L'étude du climat à l'échelle d'un terroir viticole se réalise suivant une démarche d'échelles spatiales imbriquées. Les raisons de cette approche sont liées au fonctionnement de l'atmosphère. Sachant qu'une même masse d'air, générant un même type de temps peut concerner un territoire étendu il est certain que sur une entité spatiale plus petite, des caractères communs sont présents. Plus le niveau d'observation s'affine, plus le nombre d'éléments influant sur les paramètres météorologiques est grand et schématiquement, la compréhension augmente au fur et à mesure que l'espace se réduit.

Une étude diagnostique à l'échelle régionale sur l'importance du réchauffement climatique a déjà été menée dans le Val de Loire à partir des stations du réseau météorologique de Météo-France. Les résultats montrent un réchauffement généralisé avec une rupture climatique en 1987 concernant les températures moyennes (Bonney *et al.*, 2010). Afin de caractériser le climat à une échelle plus fine, des stations complètes Campbell (température de l'air, humidité de l'air, vitesse et direction du vent, insolation, précipitations) ont été installées dans les vignobles de l'Anjou et des capteurs de températures type « Tinytag » dans les Coteaux du Layon, la plupart dans les vignobles de l'appellation « Quart de Chaume ». Ces capteurs ont été installés en fonction des caractéristiques topographiques (altitude, pente, exposition) et de la nature de l'occupation du sol (type de sol, distance à la rivière « Le Layon », ...). Ainsi, une bonne connaissance des conditions climatiques multi-échelles des terroirs permettra de se projeter de manière plus confiante dans l'avenir grâce aux simulations futures du modèle climatique régionale RAMS (Regional Atmospheric Modelling System).

Nous présentons dans cet article les résultats préliminaires concernant une partie des terroirs des coteaux du Layon (en particulier l'appellation « Quarts de Chaume »), situés au sud-ouest d'Angers. Le climat particulier de ces terroirs permet la production de vin liquoreux suite à la formation d'un champignon (*Botrytis Cinerea*) et à des vendanges tardives (Duchêne, 1996), en général au mois d'octobre voire novembre. Nous présentons l'analyse des données de températures des capteurs sur la saison végétative de la vigne de 2009 ainsi que des indices bioclimatiques afin de caractériser les nuances climatiques de ce secteur.

DONNEES ET METHODES

Afin de caractériser le climat des coteaux du Layon, 22 capteurs de températures type « Tinytag » ont été disposés au sein même des vignobles, durant deux campagnes de terrain, une au printemps 2008 et une autre au printemps 2009. Ces capteurs sont directement implantés sur les piquets de vigne et sont situés sous abri à 1 mètre du sol. Pour une bonne représentativité du climat, les data loggers ont été installés en prenant en compte la topographie, les pentes, les expositions, la nature du sol ... Ces informations ont été obtenues sous SIG (système d'information géographique) à partir du modèle numérique de terrain et de la carte des unités de terroirs de base de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA). L'ensemble des capteurs sont répartis sur un secteur d'environ 600 ha (Fig. 1), la majorité d'entre eux étant situé dans l'appellation Quart de Chaumes. Cette appellation est la plus prestigieuse des coteaux du Layon puisqu'il a été reconnu par décret que ce secteur, exposé au sud, permet le développement quasi-régulier de la pourriture noble à l'origine des vins liquoreux (Institut National des Appellations d'Origine). La plupart des capteurs se

¹ « Observation et modélisation spatiale du climat à l'échelle des terroirs viticoles dans un contexte de changement climatique »

trouvent donc en exposition sud, mais parfois avec des conditions très différentes les uns des autres. Par exemple, le capteur Bellevue 1, situé à quelques dizaines de mètres du capteur Bellevue 2, est disposé sur un sol peu profond et par conséquent très humide alors que l'autre capteur est sur un sol beaucoup plus profond et donc plus sec. Deux stations Campbell viennent compléter ce réseau, celle de Chaumes, dans le fond de vallée et celle de Beaulieu en haut de coteau.

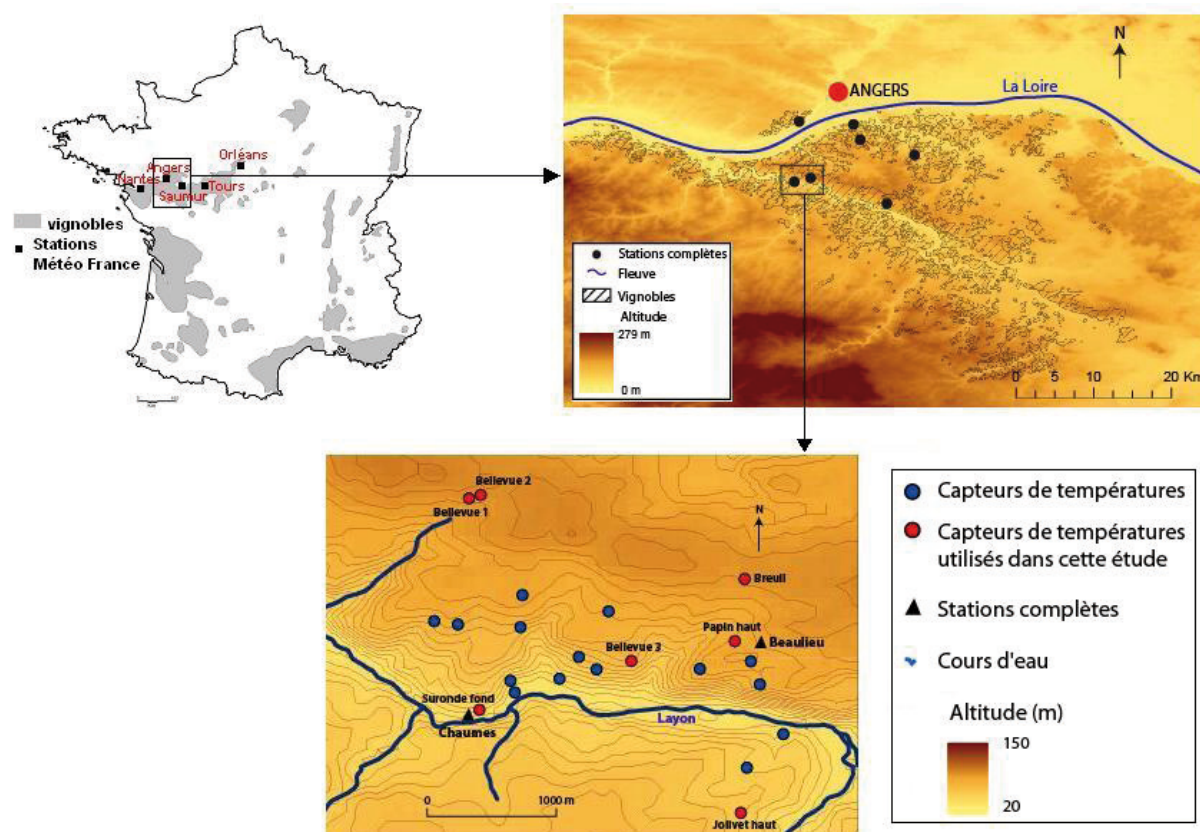


Fig 1. Cadre d'étude à différentes échelles et localisation des capteurs de températures dans les coteaux du Layon

Les « Tinytags » et les stations ont été programmés afin de fournir une donnée de température toutes les 15 minutes. La saison phénologique de la vigne commence le 1^{er} avril mais ne disposant des données que depuis le 18 avril 2009 pour la plupart des capteurs, nous avons calculé les moyennes de températures mensuelles de mai à octobre et les indices bioclimatiques ont été calculés à partir de cette date. Ces indices sont à l'origine utilisés à une échelle régionale et permettent la classification des vignobles dans différentes catégories climatiques. Cependant, aux échelles fines, ces indices peuvent donner une information supplémentaire sur la variabilité climatique entre et au sein des terroirs. Nous nous sommes basés sur l'indice de Winkler (Winkler *et al.*, 1974) pour les degrés jours. Les degrés jours de Winkler correspondent à la somme des températures moyennes journalières (Tm_j) à partir de la base de 10°C qui est effectuée du 1^{er} avril au 31 octobre : $\text{degrés-jours} = \sum Tm_j - 10$ (avec $Tm_j > 10$). Cet indice permet une régionalisation climatique en cinq catégories du climat le plus frais au plus chaud.

Nous avons également calculé un autre indice basé sur le calcul d'Huglin (Huglin et Schneider, 1998). La valeur de cet indice correspond à la valeur cumulée du 1^{er} avril au 30

septembre. Ainsi, l'indice héliothermique d'Huglin est calculé selon la formule : $IH = \sum [(T_m - 10) + (T_x - 10)/2] * k$, (où T_m = Température moyenne, T_x = Température maximale et k le coefficient de longueur du jour variant de 1,02 à 1,06 entre 40 et 50 degrés de latitude). Cet indice permet de la même façon de classer les climats viticoles en six catégories.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Une forte variabilité spatiale des températures

La Fig.2 montre l'évolution des températures minimales et maximales moyennes mensuelles sur la saison phénologique pour cinq capteurs de température. Ces cinq capteurs permettent de montrer assez clairement les contrastes thermiques observés dans les vignobles du fait de leur situation (Fig.1) très contrastée (haut et bas de coteau, exposition nord ou sud ...).

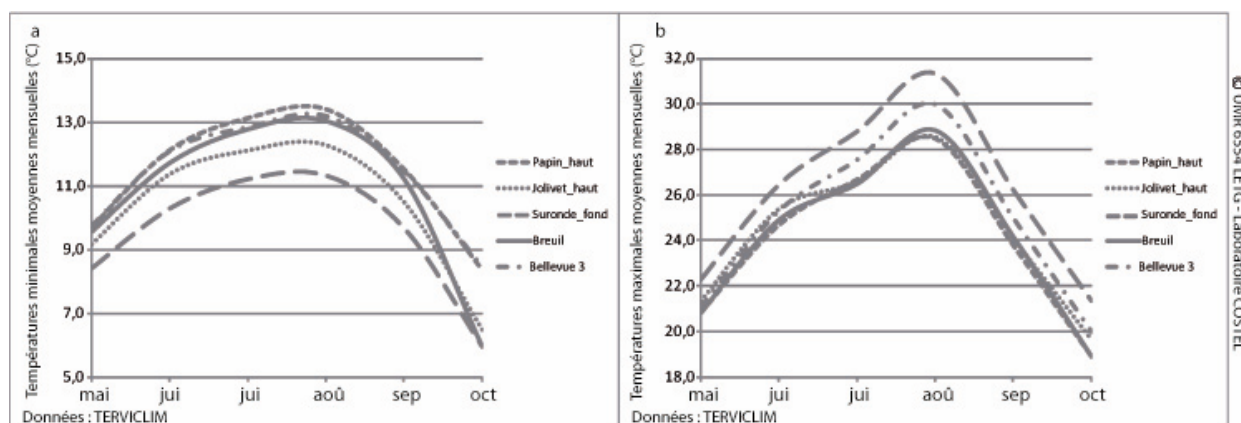


Fig 2. Evolution des températures minimales (a) et maximales (b) moyennes de mai à octobre 2009 pour 5 capteurs de température dans les coteaux du Layon

L'analyse des températures minimales moyennes montrent d'importants contrastes thermiques à cette échelle. La température minimale moyenne la plus basse est observée pour l'ensemble des mois sur le capteur « Suronde_fond » avec une moyenne de 9,5°C sur la période mai-octobre. Ce capteur est situé en versant sud-est dans le fond de la vallée du Layon à une altitude de 33 mètres. Les capteurs, situés en milieu et haut de coteau sur le même versant, ont un comportement thermique complètement différent. Le capteur enregistrant la température minimale moyenne la plus élevée est « Papin_haut » qui est situé à 82 mètres en haut de coteau en exposition sud-ouest. La température minimale moyenne sur la même période pour ce capteur est de 11,4°C soit pratiquement 2°C de plus que celui de « Suronde_fond ». Le capteur situé en haut de parcelle et enregistrant la température minimale moyenne la plus basse est « Jolivet_haut ». Ce capteur est situé en versant nord et à une altitude de 32 mètres.

Les températures maximales moyennes les plus élevées sont observées à « Suronde_fond », donc dans le bas de coteau. La température maximale moyenne sur la période est de 26,1°C pour ce capteur de fond de vallée. Les plus basses températures maximales sont alors observées en haut de coteau comme au Breuil (capteur le plus élevé à 90 mètres) ou à « Papin_haut ». Les moyennes des températures maximales sur cette période sont respectivement de 24°C et 23,9°C pour ces deux capteurs de haut de coteau. En conséquence,

les amplitudes thermiques les plus fortes sont observées en bas de coteau alors que les amplitudes sont plus modérées sur les hauts de coteau.

Ces disparités climatiques non négligeables s'expliquent par la topographie variée du secteur des Coteaux du Layon avec notamment la mise en place d'inversions thermiques assez fréquentes lors de nuits radiatives claires (Bonnefoy *et al.*, 2009). Ainsi, l'air froid a tendance à stagner dans les bas fonds à proximité du Layon, ce qui peut poser des problèmes de gels tardifs en période de débourrement de la vigne. Les plateaux et hauts de coteaux sont moins exposés à ce risque de gel mais ils sont défavorisés par les températures maximales qui augmentent moins en journée du fait de l'altitude et de la pente moins marquée.

2. Des indices bioclimatiques contrastés

La forte variabilité spatiale des températures se répercutent sur celle des indices bioclimatiques. Une nouvelle fois, si ces indices sont à la base utilisée à une échelle régionale et peuvent montrer d'importantes disparités au sein d'une même région, comme dans le Val de Loire (Bonnefoy *et al.*; 2009), ils permettent à très fine échelle de faire ressortir les disparités climatiques liées aux caractéristiques du milieu.

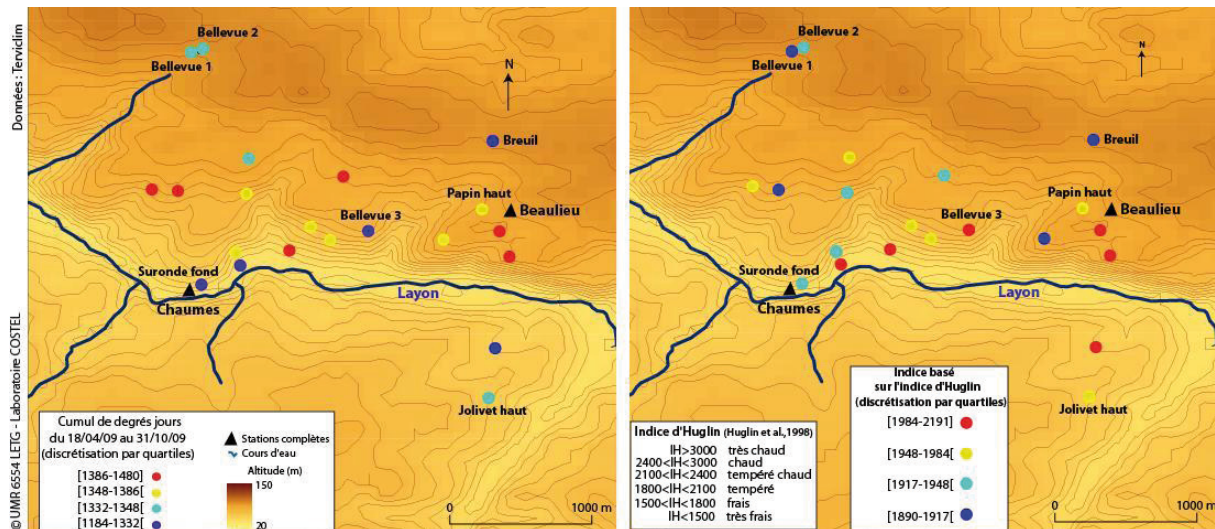


Fig 3. Cumul des degrés jours dans les coteaux du Layon (à gauche) et indice basé sur l'indice de Huglin (à droite)

Les calculs du cumul des degrés jours et de l'indice de Huglin n'ont été effectués que sur 20 capteurs car deux ont des données manquantes. La Fig. 3 montre assez clairement que les cumuls de degrés jours les plus faibles sont observés en versant nord ou en fond de vallée et en haut de coteaux. En revanche, les cumuls les plus élevés se trouvent en général à mi-coteau et en versant sud. Ainsi, le cumul des degrés jours (dj) varie de 1184 dj à 1480 dj. Ces observations laissent suggérer que celles-ci auront des conséquences sur le déroulement du cycle phénologique de la vigne et notamment sur la date de maturité.

L'indice basé sur l'indice de Huglin montre également une assez forte variabilité au sein des vignobles (valeurs variant de 1890 à 2190). Les valeurs les plus faibles sont localisées en haut de coteau alors que les valeurs les plus fortes sont clairement en bas et à mi-coteau. Nous observons des indices relativement élevés en versant nord, contrairement aux degrés jours, du fait que le calcul de l'indice de Huglin donne un poids plus important aux températures maximales. En effet les températures maximales sont assez élevées sur ce versant du fait de son altitude moindre. Enfin, l'importance du type de sol est mise en évidence par les capteurs

Bellevue 1 (sol humide) et 2 (sol sec) qui ont respectivement un indice de 1912 et 1946 malgré leur espacement de quelques dizaines de mètres.

CONCLUSIONS

Cette étude montre très clairement la variabilité spatiale des températures à l'échelle des Coteaux du Layon. Les zones plus « chaudes » ont été mises en évidence par les indices bioclimatiques et correspondent en général aux mi-coteaux alors que les températures minimales descendent de façon plus conséquente en bas de coteau et près de la rivière, notamment lors de nuits à inversion thermique. Les plateaux quant à eux connaissent des températures maximales plus faibles donc des indices bioclimatiques moins élevés. Les amplitudes thermiques journalières sont plus élevées dans le bas des parcelles, près du Layon, ce qui est favorable au développement de la pourriture noble à l'origine des vins liquoreux produits dans ce secteur. L'indice de fraîcheur des nuits sera également étudié car celui-ci est très important pour la maturité. Enfin, prochainement des simulations climatiques avec le modèle RAMS seront réalisées et permettront d'évaluer les futurs effets du réchauffement climatique sur le climat actuel des coteaux du Layon.

BIBLIOGRAPHIE

Bonnefoy C., Quénot H., Planchon O., Barbeau G., 2010. Analyse régionale des températures dans le Val de Loire. *Echogéo*, sous presse

Bonnefoy C., Quénot H., Barbeau G., Madelin M., 2009. Analyse multi scalaire des températures dans le vignoble du Val de Loire. In *Geographia Technica*. Actes du XXIIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Cluj (Roumanie), Numéro spécial, 85-90

Duchêne C., 1996. *Le vignoble Angevin*. Conseil Interprofessionnel des Vins d'Anjou et de Saumur, 11 p.

Huglin P., Schneider C., 1998. *Biologie et écologie de la vigne*. Paris, Lavoisier, 370 p.

INAO, *A la découverte des vignobles des Coteaux du Layon*, milieu naturel et facteurs de qualité, 25 p.

Jones G.V., Duchene E., Tomasi D., Yuste J., Braslavskaja O., Schultz H., Martinez C., Boso S., Langellier F., Perruchot C. et Guimberteau G., 2005. Changes in 53 european winegrape phenology and relationships with climate. *GESCO 2005*, Allemagne, Vol. 1, 55-62.

Madelin M., Chabin J.-P., Bonnefoy C., 2008. Global warming and its consequences on the Beaune vineyards. *Enometrika*, Vol.1, 2, 9-19

Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A., 1974. *General viticulture*. Berkeley, University of California, 710 p.