



**HAL**  
open science

## Changement climatique : impacts sur la phénologie du Pinot Noir en Bourgogne.

Cédric Cuccia, Yves Richard, Benjamin Bois, Thierry Castel, D. Thevenin

### ► To cite this version:

Cédric Cuccia, Yves Richard, Benjamin Bois, Thierry Castel, D. Thevenin. Changement climatique : impacts sur la phénologie du Pinot Noir en Bourgogne.. 23e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Sep 2010, Rennes, France. pp.143-148. hal-01117979

**HAL Id: hal-01117979**

**<https://hal.science/hal-01117979>**

Submitted on 30 Apr 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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## CHANGEMENT CLIMATIQUE : IMPACTS SUR LA PHÉNOLOGIE DU PINOT NOIR EN BOURGOGNE

CUCCIA C.<sup>1</sup>, RICHARD Y.<sup>1</sup>, BOIS B.<sup>1,2</sup>, CASTEL T.<sup>1,3</sup> et THEVENIN D.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherches de Climatologie, UMR 5210 CNRS, Université de Bourgogne, 6 Boulevard Gabriel, 21000 Dijon, cedric.cuccia@u-bourgogne.fr

<sup>2</sup> Institut Universitaire de la Vigne et du Vin "Jules Guyot", Université de Bourgogne, 1, rue Claude Ladrey, 21000 Dijon, France.

<sup>3</sup> Département Agronomie-Environnement/AgroSup Dijon, 26 Bd. Dr Petitjean, 21000 Dijon

<sup>4</sup> CDM 21 Météo France, Dijon

**Résumé :** Cette étude traite de l'impact du changement climatique sur les potentialités climatiques viticoles du Pinot Noir en Bourgogne. L'analyse stationnelle révèle que le réchauffement récent observé en Bourgogne induit une précocité des stades phénologiques de 10 à 25 jours. Un modèle phénologique est utilisé pour modéliser la relation entre la température et la vigne et affiche une plus grande performance ( $R^2 > 0.9$ ) sur la prédiction de la date de floraison et des résultats plus contrastés pour les dates de véraison et de maturité (respectivement  $R^2 \sim 0.78$  et  $R^2 \sim 0.80$ ). Il est ensuite appliqué aux températures simulées par le modèle ARW/WRF à 8km de résolution, dans le but de régionaliser les changements dans les dates d'occurrence des stades pour deux années contrastées (1991 et 2003). La comparaison des dates d'occurrences régionalisées laisse apparaître une précocité globale pour 2003 ainsi qu'une migration latitudinale et altitudinale.

**Mots-clés :** Changement Climatique ; Bourgogne ; Modèles Phénologiques ; Régionalisation

### **Abstract: Climate change : impacts on Pinot noir phenology in Burgundy**

This study examines the impact of climate change on potential climate of Pinot Noir vineyards in Burgundy. The stationnal analysis reveals that recent warming observed in Burgundy induces earlier phenological stages (10 to 25 days). A phenological model is used to assess the relationship between temperature and phenology. It provides a better performance ( $R^2 > 0.9$ ) for the prediction of flowering date than for the dates of veraison and harvest (respectively  $R^2 \sim 0.78$  and  $R^2 \sim 0.80$ ). This model then applied to the simulated temperatures by the ARW / WRF model at 8km of resolution in order to regionalize the changes in the dates of occurrence of stages for two contrasting years (1991 and 2003). The comparison of the regionalized dates of occurrences shows a global precocity for 2003 with a latitudinal and altitudinal migration.

**Keywords:** Climate Change; Burgundy; Phenological Model; Regionalization

### **Introduction**

Le contexte actuel du changement climatique questionne sur ses impacts sur les cultures, notamment la vigne. La vigne est une plante très sensible à la variabilité des conditions climatiques (par exemple : Nigond, 1968 ; Tonietto, 1999 ; Galet, 2000 ; Chuine *et al.*, 2004). La variabilité inter- et intra annuelle du climat agit i) sur le déroulement du cycle végétatif via l'occurrence précoce ou retardée des principaux stades phénologiques (débourrement, floraison, véraison, maturité et ii) sur les différences de typicité des vins produits d'une année sur l'autre (Jones, 2005).

Quelques études font état de l'impact du changement climatique sur la vigne (Jones, 2000 et 2006 ; Duchêne et Schneider, 2005 ; Garcia de Cortazar Atauri, 2006). Le réchauffement récent observé en Bourgogne est de plus d'1°C sur la période 1988-2008 (Cuccia, 2008). Ce changement a donc eu des répercussions sur la phénologie de la vigne. Ce travail propose une étude des répercussions du changement climatique sur la phénologie du Pinot Noir en Bourgogne. Cette étude se fera en suivant deux points de vue : un point de vue stationnel et un point de vue spatialisé de cet impact.

## **1. Données et méthodes**

### ***1.1. Données phénologiques et climatiques***

Les données phénologiques sont le résultat des observations réalisées sur une parcelle de Pinot Noir située à Savigny-lès-Beaune (Bourgogne, France). Elles nous renseignent sur les dates d'occurrences des stades phénologiques principaux de la vigne : le débourrement, la floraison, la véraison et la maturité (ici définie comme la date de récolte). Les données utilisées dans cette étude ont été fournies par le domaine Louis Latour et le service régional de l'alimentation (SRAL).

Les données météorologiques sont issues de quatre stations météorologiques du réseau Météo France choisies pour leur proximité de la parcelle d'observations phénologiques. Elles nous renseignent sur les valeurs quotidiennes des températures minimales et maximales. Les quatre stations sont Aloxe-Corton (située à 2 km environ de la parcelle, altitude : 270 m), Corpeau (16 km), La Rochepot (18 km, altitude : 419 m) et Savigny-lès-Beaune (à 50 mètres de la parcelle, altitude : 235 m) et ont comme profondeur temporelle respectivement : 1987-2002, 1967-1994, 1961-2008 et 1973-2008.

### ***1.2. Modèles phénologiques***

Dans une telle étude, il est important de pouvoir modéliser la relation entre la plante et la température. Parmi les nombreux modèles phénologiques existant, nous utiliserons le modèle développé par Chuine *et al.* (2004) qui comprend trois sous modèles permettant d'estimer la date théorique des stades étudiés. Le premier sous modèle est basé sur une somme de température quotidienne aboutissant à la date théorique de floraison. Le deuxième sous modèle est plus complexe, basé sur deux phases clés du passage de la floraison à la véraison : une phase courte d'élongation des cellules et une seconde phase d'accumulation de sucres produits par l'activité photosynthétique de la plante. Enfin, le modèle estime la date de maturité en ajoutant 33,5 jours à la date de véraison.

### ***1.3. Désagrégation des ré analyses ERAInterim par le modèle climatique régional WRF***

Le modèle climatique régional WRF (Weather Research and Forecasting) permet, d'après les connaissances actuelles de la dynamique climatique, de simuler à partir de données climatiques de larges échelles, des données climatiques à mailles fines. Ici, il est utilisé pour désagréger quotidiennement les réanalyses ERAInterim à une maille de 8 km sur l'ensemble de la Bourgogne. Cette régionalisation climatique a, pour but, de régionaliser les dates d'occurrence des stades phénologiques clés de la vigne en Bourgogne en y appliquant les modèles phénologiques présentés précédemment.

## **2. Résultats**

### ***2.1. Impacts observés du changement climatique sur la phénologie de la vigne***

Le changement climatique au cours des derniers cinquante ans ne s'est pas traduit par un réchauffement progressif (Fig. 1, courbe en trait plein). Une rupture dans la tendance est détectée en 1987-1988 grâce à des différents tests statistiques. Ce réchauffement peut ainsi être divisé en deux grandes phases : i) une phase de stagnation des températures avant 1987 et ii) une phase d'augmentation progressive des températures après 1988. Lors de cette dernière phase, l'augmentation des températures est supérieure à 1°C (saut d'environ 0,5°C associé à une augmentation progressive d'environ 0.6°C).

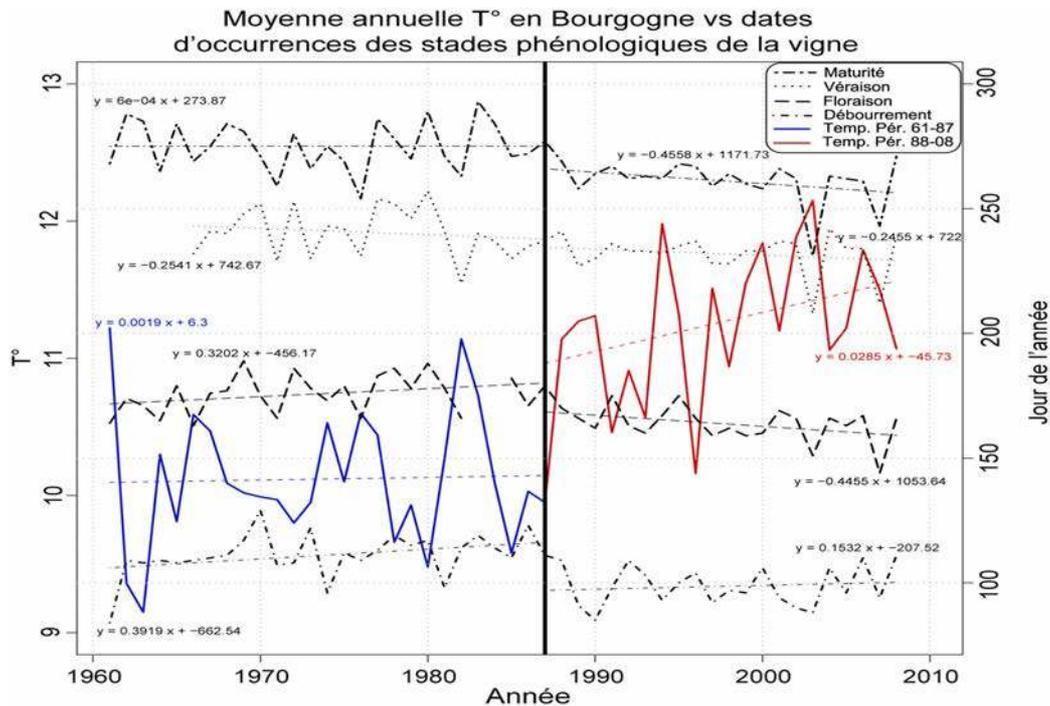


Figure 1 : Moyennes annuelles de températures en Bourgogne (bleu : période 1961-1987 ; rouge : période 1988-2008) et dates d'occurrences observées des quatre stades phénologiques principaux sur une parcelle de Pinot Noir du domaine Louis Latour).

Ces deux phases climatiques sont globalement en accord avec l'évolution des dates d'occurrences des stades phénologiques de la vigne (Fig.1). Durant la phase de quasi stabilité des températures, les dates d'occurrences des stades phénologiques n'affichent aucune tendance nette, avec des dates d'occurrences en moyenne au 21 avril pour le débourrement, au 25 Juin pour la floraison, au 28 Août pour la véraison et au 2 Octobre maturité. Le réchauffement récent observé en Bourgogne a eu un effet certain sur l'occurrence des stades phénologiques. Entre 1988 et 2008, l'analyse stationnelle a révélé une précocité de cette phénologie de 10 à 25 jours selon le stade. En moyenne, les dates d'occurrences du débourrement, de la floraison, de la véraison et de la maturité sur la période récente sont respectivement le 9 avril, 13 Juin, 20 Août et 17 Septembre.

Notons que la précocité/tardivité d'un stade ne s'accompagne pas systématiquement d'une précocité/tardivité du stade qui le suit. En effet, la variabilité intra-annuelle agit de façon considérable sur la succession des stades. Par exemple, en 2003, on observe une précocité modérée de la floraison alors que celle de la maturité est exceptionnelle. En terme de température, cette année a été remarquable pour ses températures anormalement élevées au mois de juin et août ce qui explique l'avancement des deux derniers stades. Au contraire, la précocité du débourrement en 1990 ne se traduit pas par une précocité de la maturité.

## 2.2. Modèle phénologique : un outil pour modéliser la relation entre la température et la phénologie

Pour chacune des quatre stations climatiques, les prévisions du modèle phénologique de Chuine *et al.* (2004) ont été confrontées aux dates d'occurrences des stades phénologiques observées sur la parcelle de vigne (Pinot Noir) de Savigny-Lès-Beaune.

Globalement, le modèle a tendance à minimiser les extrêmes, c'est-à-dire que l'amplitude de variations des dates d'occurrences des stades est plus faible sur les estimations du modèle que dans la réalité (Fig.2). Les estimations les plus satisfaisantes sont obtenues pour la

floraison ( $0.9 < R^2 < 0.96$ ), notamment pour les stations de La Rochepot et Savigny, pour lesquelles le coefficient de régression linéaire est respectivement de 0,90 et 0,84 (Fig.2). L'estimation des dates d'occurrence de la véraison et de la « maturité » est moins précise, peut-être en raison de l'influence possible d'autres facteurs pour ces stades phénologiques (régime hydrique, pression phytosanitaire). Les coefficients de détermination sont nettement améliorés pour les stations de Savigny-Lès-Beaune et de la Rochepot, en raison de la présence de deux années très chaudes et précoces (2003 et 2007), absentes dans les jeux de données d'Aloxe-Corton et de Corpeau, pour lesquelles la phénologie est modélisée avec une bonne précision.

Le modèle étant basé sur un paramètre cumulatif, le niveau des  $R^2$  et des coefficients de régression aurait du diminuer, de la floraison à la maturité. Or, ces résultats augmentent entre la véraison et la maturité, alors que le passage de l'un à l'autre est uniquement une somme de 33 jours. Ce phénomène pourrait notamment s'expliquer par la qualité des données de véraison qui peut être remise en question.

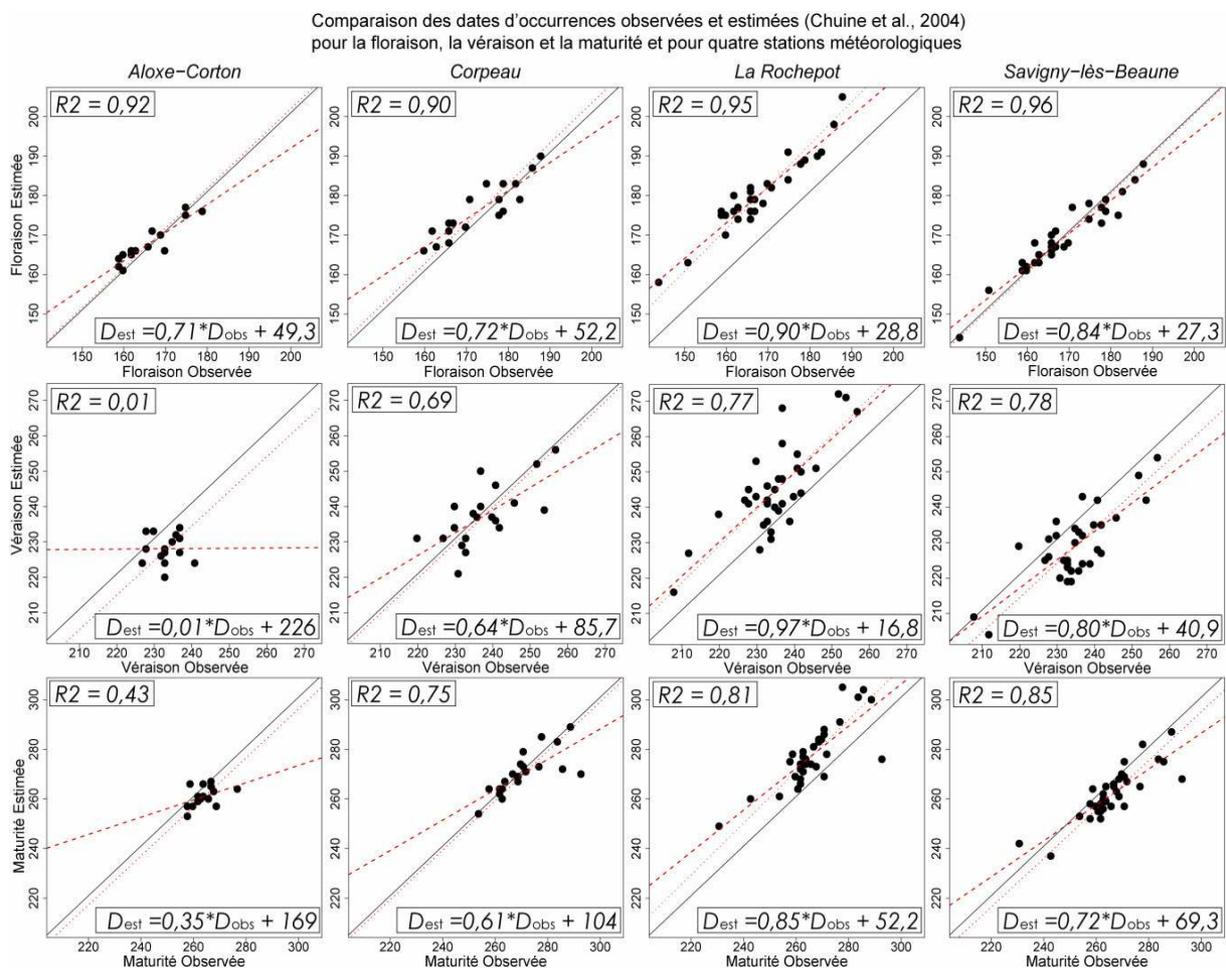


Figure 2 : Comparaison des dates d'occurrences de la floraison, la véraison et la maturité observées et théoriques, estimées par le modèle de Chuine *et al.* (2004) appliqué sur les stations météorologiques d'Aloxe-Corton, Corpeau, La Rochepot et Savigny-lès-Beaune. En tirets épais rouge, la droite de régression. En tirets fins rouge, la droite de régression forcée à l'origine.

Les résultats obtenus avec les données de la station de La Rochepot ont un biais d'environ 25 jours (Fig.2). Ce biais peut s'expliquer par le fait que cette station est située à une altitude plus élevée que la parcelle observée (environ 180 mètres), ce qui implique que les températures qu'elle mesure sont plus froides et donc que la somme de température

théoriquement nécessaire pour que la plante atteigne un stade est obtenue plus tardivement, comme l'ont montré Chabin *et al.* (2007).

La station de Savigny-lès-Beaune est celle qui fournit les résultats les plus satisfaisants, grâce à sa proximité à la parcelle, tant en terme de distance que de conditions climatiques. Les résultats de cette station montrent ainsi que le modèle décrit de façon cohérente la relation entre la température et la phénologie de la vigne. Il va donc être appliqué aux données issues des désagrégations d'ERAInterim pour les années 1991 et 2003.

### 2.3. Application des modèles phénologiques aux désagrégations WRF des années 1991 et 2003

La désagrégation WRF pour les années 1991 et 2003 nous permet d'obtenir des champs continus de températures moyennes quotidiennes. En appliquant le modèle phénologique précédemment présenté sur ces désagrégations, des champs continus de dates d'occurrences des différents stades sont obtenus. Ces champs fournissent ainsi une information spatiale sur la date d'occurrence du stade en question pour une année donnée. Ils nous permettent ainsi de comparer ces dates d'occurrences entre l'année 1991, représentative de l'année actuelle et 2003, représentative du « climat futur » et ainsi d'évaluer spatialement et de façon hypothétique l'impact du changement climatique actuel.

Les cartes de la figure 3 présentent les différences entre 1991 et 2003 pour les dates estimées de floraison et de maturité. Globalement, tous stades confondus, l'année 2003 est plus précoce que l'année 1991. En 2003, la floraison est théoriquement plus précoce de 22 à 34 jours et la maturité est obtenue théoriquement 24 à 42 jours plus tôt que pour l'année 1991. Sur ces cartes, des valeurs faibles indiquent que les dates pour les deux années sont relativement proches et inversement dans le cas de valeurs fortes.

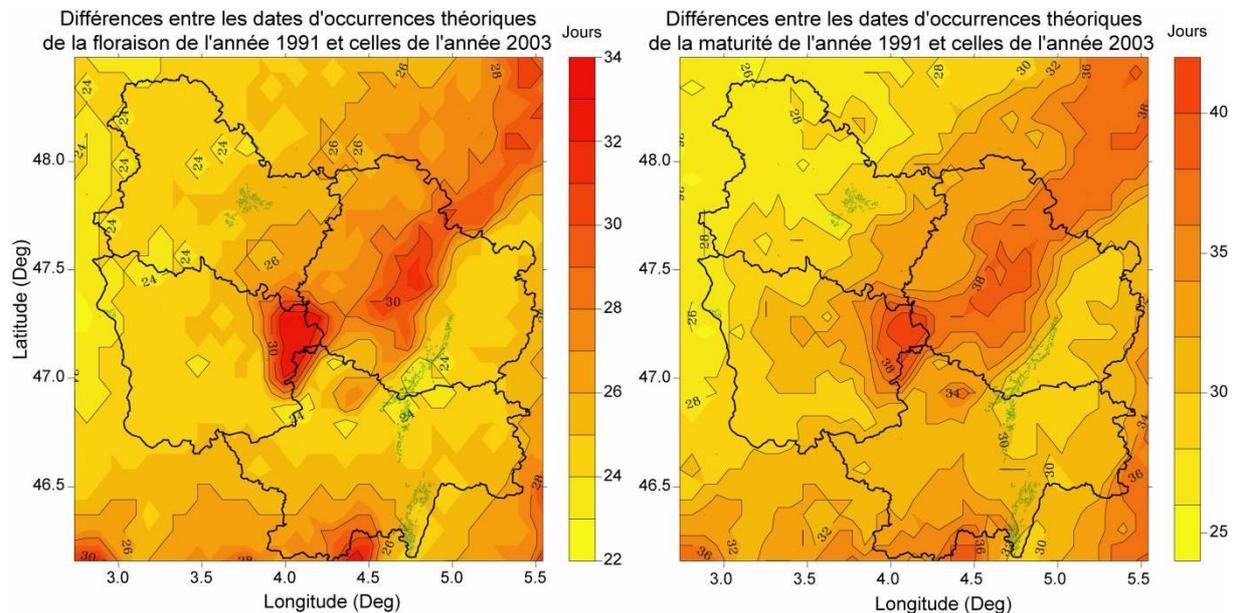


Figure 3 : Cartes des différences de dates d'occurrences de la floraison (à g.) et de la maturité (à d.) des années 1991 et 2003. En vert, le vignoble bourguignon actuel.

Concernant les vignobles bourguignons actuels (en vert sur les cartes, figure 3), la variation de la date de floraison est plus précoce d'environ 24 à 26 jours tous vignobles confondus. La date de maturité a varié de 27 à 30 jours dans le Chablis et de 29 et 32 jours sur la Côte entre 1991 et 2003. Les variations observées des dates d'occurrences de ces deux stades entre les années 1991 et 2003 étaient de 25 jours pour la floraison et 36 jours pour la

maturité ce qui montre que le modèle associé aux désagrégations WRF permet d'obtenir des résultats satisfaisants.

L'intérêt de spatialiser de tels indices est d'observer l'évolution théorique des conditions de culture de la vigne aux endroits où celle-ci n'est pas cultivée. Au regard de ces résultats, les conditions thermiques en 2003 auraient pu permettre la culture de la vigne jusque sur les plus hauts plateaux du Bourgogne.

## Conclusion

Le changement climatique et plus précisément le réchauffement de presque d'1°C au cours des deux dernières décennies a eu sans conteste un impact sur la phénologie de la vigne. Il semble être en grande partie la cause de la précocité de tous les stades phénologiques qui oscille en moyenne entre 15 et 25 jours.

L'utilisation d'un modèle phénologique pour estimer les dates phénologiques est une étape importante dans notre étude d'impact. Associé à un modèle climatique régional (WRF), il permet d'obtenir des cartes de dates d'occurrences des stades phénologiques et ainsi de connaître, en tous points, leurs valeurs potentielles. L'année 2003 étant considérée comme une année typique d'un climat futur, nous pouvons nous baser sur les résultats obtenus dans cette étude pour émettre des hypothèses concernant les résultats sur les projections du climat à l'horizon 2030-2050 (IPCC, 2007).

## Bibliographie

- Chabin J.-P., Madelin M., Bonnefoy C., 2007 : Les vignobles beunois face au réchauffement climatique. *In Réchauffement climatique, quels impacts probables sur les vignobles ?* www.u-bourgogne.fr/chaireunesco-vinetculture.
- Chuine I., Yiou P., Viovy N., Seguin B., Daux V. et Le Roy Ladurie E., 2004 : Grape ripening as a past climate indicator, *Nature*, **432**, 289-290.
- Duchêne E., Schneider C., 2005 : Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace, *Agron. Sustain. Dev.*, **25**, 93-99.
- Galet P., 2000 : *Précis de viticulture*, 7ème édition. Ed. Pierre Galet, 602 p.
- Garcia de Cortazar Atauri I., Brisson N., Seguin B., 2004 : Estimation de l'impact du changement climatique sur les résultats agronomiques de la vigne avec le modèle STICS, *MONDIAVITI Bordeaux*, 1er et 2 Décembre 2004.
- GIEC, 2007 : Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève, Suisse, 103 p.
- Jones G.V., 2006 : Climate change and wine: Observations, impacts and future implications, *Wine Industry Journal*, **21**, **4**, 21-26.
- Jones G.V., Davis R.E., 2000 : Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France, *Am. J. Enol. Vitic.*, **51**, **3**, 249-260.
- Jones G.V., White M.A., Cooper O.R., et Storchmann K., 2005 : Climate Change And Global Wine Quality, *Climatic Change*, **73**, 319-343.
- Nigond J., Durand R., Tabard P., 1968 : Quelques aspects de l'action du microclimat sur la vigne et les arbres fruitiers, IV. Observations d'ordre méthodologique relatives à l'étude de l'action du microclimat, *Phytoma*, **20**, 26-30.
- Tonietto J., 1999 : *Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France*, Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 234 p.