

Les vignobles beaunois face au réchauffement climatique

Jean-Pierre CHABIN, Malika MADELIN et Cyril BONNEFOY
Centre de Recherches de Climatologie et UMR-CNRS 5210 de l'université de Bourgogne
6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France
jeanpierre-chabin@wanadoo.fr ; malika.madelin@u-bourgogne.fr

Résumé

Quels sont les effets du réchauffement climatique actuel sur les vignobles bourguignons du Beaunois ? Pour traiter la question, nous analysons dans un premier temps l'évolution des données climatiques et phénologiques de la vigne, que nous cherchons ensuite à mettre en relation. Une attention particulière est portée sur la comparaison de deux sites représentatifs du Beaunois : l'un sur la Côte (Beaune), l'autre dans les Hautes Côtes (La Rochepot). Le réchauffement, particulièrement marqué à partir de 1987-1988, explique une évolution végétative caractérisée par une précocité des dates des stades phénologiques et par un raccourcissement de la période débourrement-maturité. On note, de ce fait, le rôle majeur des mois d'été et surtout du mois d'août. Ainsi, dans l'ensemble de la région, en fin de cycle, le réchauffement entraîne des vendanges précoces et favorise les bons millésimes. Cependant, on est également amené à envisager, pour l'avenir, une possible remise en cause (observée en 2003) de la typicité du vin, de la répartition géographique, voire de la hiérarchie qualitative de ces vignobles, car le réchauffement a plus d'effets bénéfiques en altitude que plus bas.

Mots-clés : climat, réchauffement climatique, vigne, phénologie, Bourgogne.

Abstract

What are the effects of the present climate warming upon the vineyards of the Burgundy region of Beaune? Our work method consist, in a first time, to analyse the evolution of the climate data and the phenology of the vintage. Afterwards, we try to establish the connection between these two elements. Our attention is particulaly centred on this region of Beaune, and permit a comparison between two stations, Beaune which is typical of the low altitudes of the « Côte » and La Rochepot of the high altitudes of the « Hautes Côtes ». The climate warming, espacially heavy from the end of the 80ies, explain the phenological evolution. It is characterised by the precocity of the dates of the phenological stages and also by the shortening of the periods, more and more important at the end of the cycle. It's infer the leading role of the summer months, especially August. So, in all the region of Beaune, at the end of the phenological cycle, the climate warming involve precocious vintages and a high quality vintage wine. However, in future, it's possible to consider the possibility of an alteration of the typicity of the wine and a change of the geography of these vineyards, especially because the climate warming seemes to get more beneficial consequences higher than lower.

Keywords: climate, climate warming, vine, phenology, Burgundy.

* * *

Le réchauffement climatique suscite de multiples interrogations. En particulier, ses implications présumées sur la culture de la vigne et sur qualité du vin sont une question majeure, du fait des conséquences positives ou négatives qu'il peut en résulter et des politiques futures à envisager. L'impact du réchauffement sur la vigne est traité ici dans le contexte géographique des vignobles beaunois en Bourgogne. Ces vignobles du nord-est de la France, à 47°N de latitude et 4,5°E de longitude, s'étendent dans le sud du département de la Côte-d'Or en Bourgogne orientale (figure 1). Ils s'organisent en deux ensembles distincts par la localisation et l'altitude : les vignobles de « la Côte », orientés est-sud-est et étagés entre deux cents et trois cent cinquante

mètres sur le talus de la Côte-d'Or au nord et surtout au sud de Beaune, sur une distance de vingt-cinq kilomètres ; et ceux des « Hautes Côtes » qui couvrent les pentes des vallées et collines situées à l'ouest. Dans cette dernière région, que l'on dénomme également, sur le plan géomorphologique, « Arrière Côte », les vignes sont cultivées selon des orientations très variées et montent également plus haut en altitude, jusqu'à quatre cent cinquante mètres. De plus, le niveau de qualité des vins a toujours été différent, même si des cépages identiques y sont cultivés. En effet, les vignobles des Hautes Côtes ont uniquement droit à l'appellation « régionale », alors que ceux de la Côte cumulent tous les niveaux hiérarchiques, du plus commun (« régionale ») au supérieur (« grand cru »). Cette différenciation exprime des conditions plus difficiles pour la culture de qualité en Hautes Côtes en raison d'un climat plus frais dû à l'altitude.

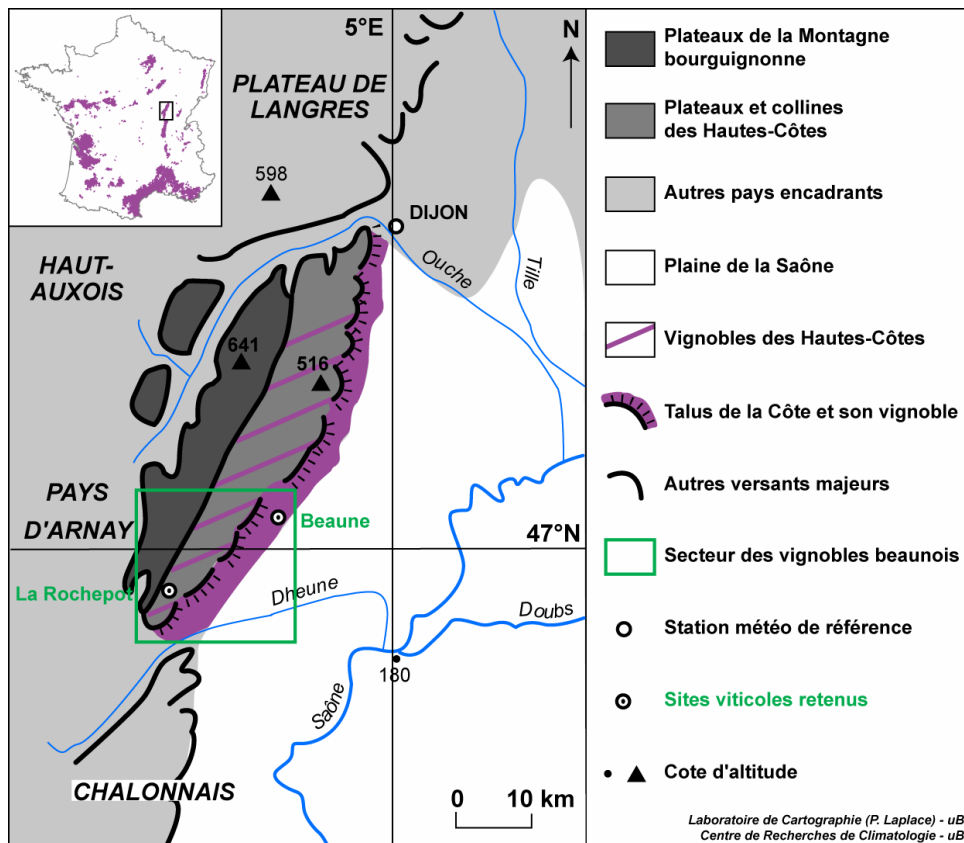


Figure 1. Les vignobles de la Côte et des Hautes-Côtes en Côte-d'Or
(source de l'encart : Corine Land Cover, 2000)

Cette communication nous permet d'exposer les premiers résultats d'une recherche, qui s'inscrit en continuité des travaux de Valérie Bonnardot (1996) à propos du pinot noir sur la Côte de Beaune, en recentrant notre propos sur le réchauffement climatique et ses conséquences et en l'étendant aux années récentes ainsi qu'à l'ensemble des secteurs viticoles (Côte et Hautes Côtes). Après une description des modalités du réchauffement climatique régional depuis 1945 et de ses effets sur la phénologie, nous nous intéresserons plus spécifiquement à la comparaison, à une échelle plus locale, de deux sites viticoles situés sur la Côte (Beaune) et dans les Hautes Côtes (La Rochepot).

I. Les données de l'étude

Afin de répondre à notre problématique, nous avons utilisé deux types de données, des données climatiques et des données phénologiques, qui font référence aux stades de développement du pinot noir. Pour ces deux types de données, la difficulté était d'obtenir les séries homogènes les plus longues possibles et de faire correspondre spatialement au maximum la localisation des mesures météorologiques et phénologiques, seuls moyens d'établir de façon rigoureuse la relation entre l'évolution du climat et celle de la végétation.

1.1 Les données climatiques

Les données climatiques correspondent à deux niveaux d'échelles spatiales différentes : une station synoptique de référence gérée par Météo France caractérisant le climat régional (Dijon-Ouges) et deux stations installées dans l'environnement des vignobles beunois (Savigny-lès-Beaune et La Rochepot, situées à quinze kilomètres l'une de l'autre ; figure 1). Le tableau 1 résume les caractéristiques des stations et les données disponibles utilisées. Ce travail de recherche étant relatif au réchauffement climatique et à ses effets sur la phénologie, nous avons retenu principalement les températures et sélectionné la période productive de la plante, du débourrement aux vendanges, soit une période de huit mois, entre mars et octobre. C'est un choix qui permet de garantir, quelle que soit l'année ou la station, un bornage effectif entre ces deux termes du cycle de la plante.

Tableau 1. Caractéristiques des stations et variables climatiques utilisées

	Dijon-Ouges	Savigny-lès-Beaune*	La Rochepot
Type et gestion	station synoptique de Météo France (changement de site 1982)	observateur bénévole Météo France, puis station automatique 1986	observateur bénévole Météo France
Altitude	220 m	230 m	410 m
Site	non viticole, périurbain	viticole, semi-urbain	semi-viticole, rural
Variables clim. utilisées (par mois)	températures (min, max, moy.)	températures (min, max, moy.), précipitations.	températures (min, max, moy.), précipitations.
Période	1945-2006	1973-2006	1973-2006

* Le site météorologique (sur la commune de Savigny-lès-Beaune) et le site phénologique (sur la commune de Beaune) étant très proches l'un de l'autre, nous conviendrons par commodité de désigner, dans le texte, cette station du nom de « Beaune ».

Le tableau indique deux changements importants qui ont pu modifier l'homogénéité et la qualité des données retenues. Le premier est le changement de site de la station de référence de Dijon-Ouges en 1982 : les données antérieures à cette date et utilisées ici sont celles réajustées par Météo France à l'échelle mensuelle (communication personnelle du CDM de la Côte-d'Or, d'après Moisselin *et al.*, 2002). Le second changement est le passage en 1986 à l'automatisation pour la station de Savigny-lès-Beaune. Cette rupture technique a provoqué, très temporairement, des manques dans les mesures. La comparaison, effectuée par Météo France avec des stations proches n'ayant pas connu ce type de modification nous a permis de nous assurer de l'homogénéité des mesures thermiques à l'échelle mensuelle pour cette station.

1.2 Les données phénologiques

Un des objectifs de cette étude étant d'évaluer les modifications des stades de développement de la vigne depuis plusieurs décennies en relation avec les données climatiques, nous avons retenu les dates des principaux stades phénologiques du pinot noir (débourrement, floraison, véraison et maturité-vendange). Le pinot noir, cépage *noble* de la région, est un très bon réactif du climat, car il est particulièrement sensible à ses aléas. Par ailleurs, précisons que le terme de *maturité* associé à la date de *vendange* est ici simplificateur. En effet, le début de la vendange n'est pas, sauf exception rarissime en Bourgogne, un stade réellement phénologique, c'est-à-dire « un stade de développement de la plante régi par les influences climatiques ». Il constitue, selon l'expression du BIVB (Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne), un stade « technologique », lié au choix des hommes de récolter à un moment idéal « entre le raisin pas assez mûr et le pourri ». Donc, comme ailleurs dans les autres vignobles septentrionaux, cette date combine les effets du climat des mois précédents et les impératifs socio-économiques. Mais, par commodité, la date du début des vendanges sera considérée dans la suite de l'exposé comme une date significative du dernier stade de l'évolution végétative qui nous intéresse. Et nous conviendrons de conserver le terme de « phénologie » pour désigner la période végétative qui va du débourrement à la vendange.

Ces données phénologiques du pinot noir sont relevées, d'une part, sur des parcelles témoins à Beaune par le Service Régional de la Protection des Végétaux (SRPV) depuis 1945 (à quelques centaines de mètres de la station météorologique précédemment décrite) et, d'autre part, à La Rochepot par un observateur bénévole du réseau secondaire de Météo France, M. Pouleau. Cette personne note, depuis 1973, sur ses cahiers de relevés météorologiques journaliers, comme informations supplémentaires, divers événements phénologiques et, en particulier, le début des stades de ses vignes.

Cette différence dans l'origine des sources peut introduire un biais dans les relevés et une correspondance non systématique entre les deux informations. Le problème s'est surtout posé lors du débourrement. Nous n'avons donc conservé que la série commune 1973-2006 où les dates respectives à Beaune et La Rochepot correspondent à une appréciation assez identique du début du débourrement. Il n'en reste pas moins des anomalies pour ce stade du débourrement, en particulier à la fin des années 1980 et au début des années 1990, où l'on remarque des dates voisines ou très voisines dans les deux sites, phénomène très peu vraisemblable étant donné le retard de végétation à La Rochepot par rapport à Beaune (cf. figure 3 analysée ultérieurement). Ainsi les informations à La Rochepot, représentatives des vignobles d'altitude, ne correspondent sans doute pas exactement à la même appréciation que celles réalisées par le SRPV à Beaune. Toutefois, elles ont été retenues ici étant donnée leur importance essentielle dans notre approche comparative. Par ailleurs, ces données de La Rochepot ont une autre limite : les sites des relevés phénologiques et météorologiques ne sont pas situés au même endroit, à la différence des sites de Beaune très proches et à la même altitude. En effet, les données météorologiques de La Rochepot sont mesurées sur une pente exposée au nord, alors que les relevés phénologiques sont relatifs à des vignes situées à un kilomètre et demi, sur un versant orienté au sud et légèrement plus en altitude (quatre cent cinquante mètres contre quatre cent dix).

II. Le réchauffement climatique et ses répercussions phénologiques

II.1 Échelle régionale

Afin d'adopter une approche régionale, nous avons utilisé les séries de données les plus longues disponibles et considérées comme des références : soit les données météorologiques de Dijon-Ouges et phénologiques de Beaune, depuis 1945.

La figure 2 représente l'évolution des températures minimales et maximales moyennes pour la période phénologique (de mars à octobre) depuis une soixantaine d'années à la station synoptique de Dijon-Ouges et depuis une trentaine d'années dans les deux stations viticoles. Pour faciliter la lecture de ces séries temporelles, des moyennes mobiles sur cinq ans, ont été tracées. L'évolution de ces températures moyennes, cohérente avec ce que l'on sait de l'évolution thermique en France et même au niveau global (Douguédroit, 2005 ; Seguin, 2006), n'est pas linéairement croissante. En effet, on observe assez distinctement, sur la série longue dijonnaise, trois périodes qui se succèdent : après un épisode relativement chaud à la fin des années 1940, les moyennes thermiques fléchissent au cours des années 1950 à 1970, pour marquer une remontée sensible à partir des années 1980, tout à fait cohérente avec celle des deux stations viticoles. Toutefois, cette évolution est beaucoup plus nette pour les maximales que pour les minimales.

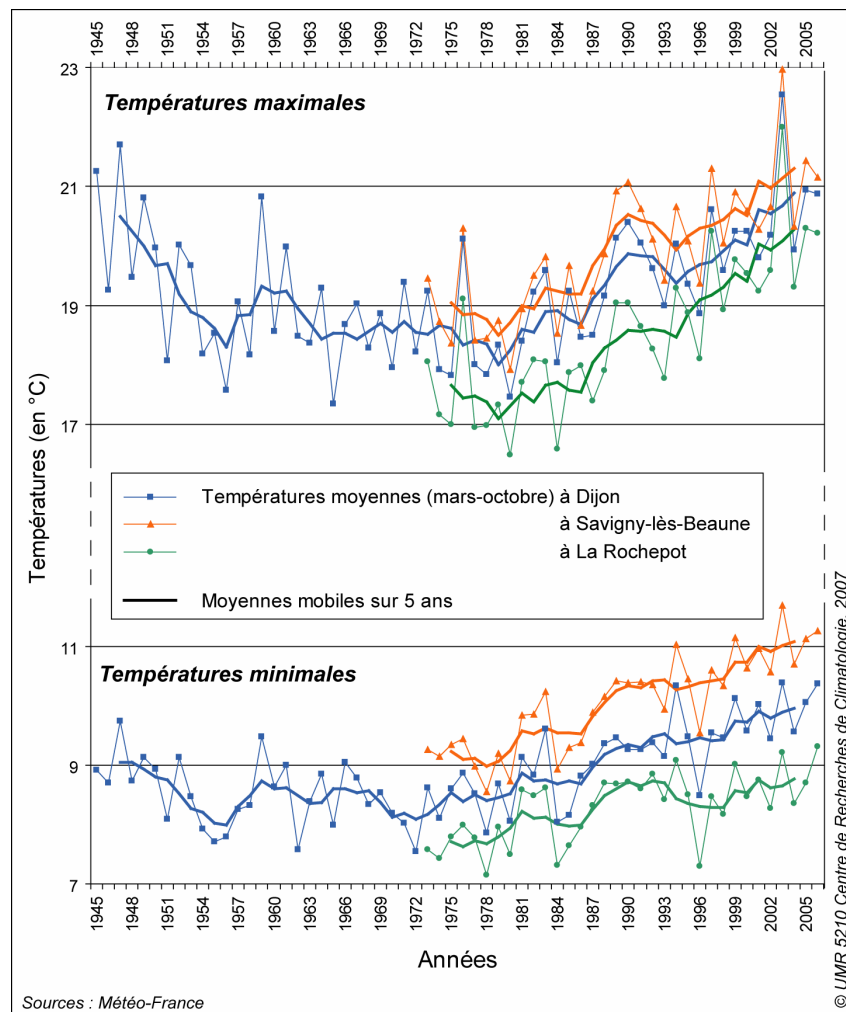


Figure 2. Évolution des températures moyennes pendant la période phénologique pour trois sites côte-d'oriens

À partir d'un des tests statistiques classiques évaluant l'homogénéité des données et identifiant des ruptures (le test de Pettitt [Pettitt, 1979]), il apparaît que les deux séries de Dijon (températures minimales et maximales) présentent une rupture en 1988¹. Pour les séries des stations viticoles (1973-2006), nous avons identifié des changements également significatifs à partir de 1987 à Beaune et de 1988 à La Rochepot. La récurrence de rupture pour ces deux années par ces outils statistiques nous semble incriminer non pas un changement de capteur ou de localisation de station, mais bien une rupture « climatologique », rappelant la rupture thermique générale de 1989 en France décrite par B. Seguin (2005).

Ensuite, nous avons souhaité observer si cette évolution générale des températures se retrouve dans celle des dates des stades phénologiques. La figure 3 montre globalement des variations similaires, mais, en toute logique, inversées : dates relativement précoces au début de la série 1945-2006 à Beaune, puis longue période de dates plutôt tardives avant une tendance à la précocité depuis la fin des années 1980. En appliquant les mêmes tests de rupture que précédemment, on retrouve une rupture significative (test de Pettitt) sur la série des dates des vendanges-maturité pour Beaune en 1988. Cette évolution a une traduction temporelle bien connue qui est l'avancement des dates de vendanges, phénomène observé dans de nombreux vignobles et qui a eu son point « culminant » en 2003 (cf. figure 3, date de maturité-vendanges). En moyenne, sur la Côte de Beaune, les vendanges avaient lieu fin septembre au cours des années 1960-1970 ; elles ont été avancées à la mi-septembre dans les années 1990-2000.

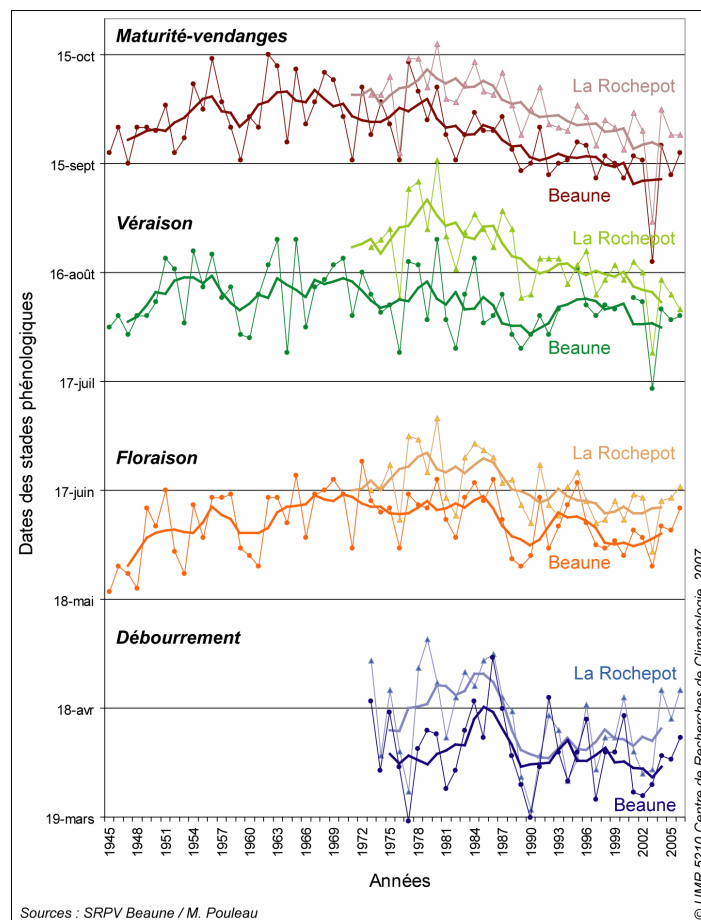


Figure 3. Évolution des dates phénologiques à Beaune et à La Rochepot (pinot noir)

¹ Cette rupture ressort également pour une autre station d'échelle synoptique, celle de Mâcon-Charnay à 140 km au sud de Dijon.

II.2 Échelle locale

II.2.1 La comparaison entre les deux sites viticoles beaunois, l'un caractéristique de la Côte, l'autre situé dans les Hautes Côtes, fait apparaître deux constats :

- un constat lié au déterminisme altitudinal : avant toute réflexion à propos de l'évolution climatique récente, il convient de fixer le cadre naturel qui différencie Côte et Hautes Côtes et qui pénalise traditionnellement les appellations des Hautes Côtes. Ce « déterminisme altitudinal » explique évidemment le décalage des courbes thermiques et phénologiques sur la figure 3. La différence d'altitude de cent quatre-vingts mètres entre les deux stations implique une différence dans les moyennes thermiques annuelles (mars-octobre) de l'ordre de 1,5°C. En relation avec ce décalage thermique altitudinal, les dates des stades phénologiques sont en avance de dix à quinze jours à Beaune par rapport à La Rochepot.
- un constat lié à l'évolution climatique : l'évolution phénologique comparée permet de valider les tendances observées sur Beaune (série longue) et elle prouve que, malgré certains défauts, le site de La Rochepot s'inscrit en cohérence avec le site de Beaune : en particulier, une précocité de plus en plus nette vers l'aval-temps du cycle végétatif. Par ailleurs, l'écart des dates des stades phénologiques entre les deux sites ne semble pas changer pour la floraison et pour la maturité. Par contre, pour la date de véraison, la courbe de La Rochepot tend alors à rejoindre celle de Beaune. Il conviendra de revenir sur cette question et d'en préciser les aspects.

II.2.2 Par ailleurs, nous observons une évolution vers une précocité plus nette à la fin du cycle qu'au début, ce qui entraîne un raccourcissement progressif et significatif² de l'ensemble de la période phénologique, entre le débourrement et la maturité-vendanges. La figure 4 détaille l'évolution de la durée de la période phénologique à Beaune sur les soixante-deux années étudiées (1945-2006) en prenant comme référence sa durée moyenne de cent cinquante-huit jours. Par rapport à cette moyenne, les années fin 1940 à 1960 ont une durée presque toujours supérieure, les années 1980 à aujourd'hui une durée presque toujours et nettement inférieure. En conséquence, la durée de la période phénologique a diminué de vingt jours en moyenne au cours des années 1990-2000 par rapport aux années 1950-1960. Ce « gain temporel » se traduit essentiellement par l'avancée déjà évoquée des dates de vendanges. Cette précocité des dates de vendanges n'est évidemment pas le seul fait du pinot noir, mais de l'ensemble des cépages cultivés en Bourgogne.

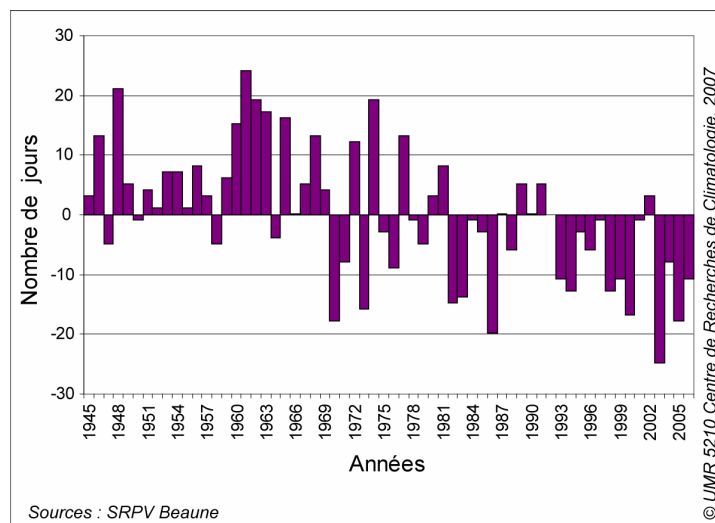


Figure 4 : Évolution de la durée entre débourrement et maturité à Beaune (pinot noir)

² Risque d'erreur inférieur à 1 % ; $r = 0.55$

III. Approche comparative de la relation températures-maturité à La Rochepot et à Beaune

Pour étudier plus finement la relation entre températures et phénologie constatée précédemment et le rôle du réchauffement climatique, nous avons ensuite analysé les données en constituant deux séries séparées par la rupture statistique thermique récurrente de la fin des années 1980 : une première série de 1973 à 1987 (soit quinze années) et une seconde de 1988 à 2006 (soit dix-neuf années).

La figure 5 montre ainsi la relation entre la moyenne des températures moyennes journalières d'avril à septembre et la date de maturité. Quelle que soit la période sélectionnée ou la station, cette relation apparaît étroite : les années chaudes entraînent des dates de vendanges précoces et inversement pour les années froides, mais avec le décalage dû à l'altitude entre Beaune et La Rochepot.

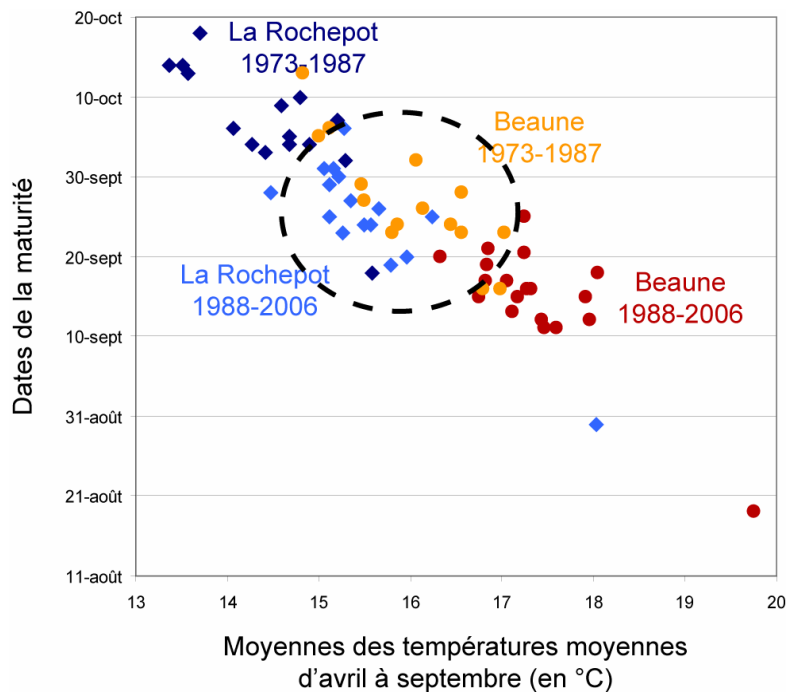


Figure 5. Relation entre températures moyennes (avril-septembre) et dates de maturité-vendanges, à Beaune et à La Rochepot (pinot noir)

Il est plus fondamental de remarquer, dans le cadre de cette recherche, que la coupure de 1987-1988 sépare bien les deux séries. Elle prouve que le réchauffement climatique, net après la rupture de 1987-88, est impliqué au premier chef dans l'avancée de la date de maturité-vendanges. Celle-ci est, en moyenne, de treize jours à Beaune (du 27 septembre au 14 septembre) et de douze jours à La Rochepot (du 6 octobre au 24 septembre). Toutefois, nous n'oublions pas que cette date reste, quoi qu'il en soit, partiellement soumise à l'influence anthropique. Mais, l'essentiel du décalage vers des dates précoces est le fait du réchauffement climatique, comme le prouve d'abord la structure même de la figure 5. Cette dernière assertion repose également sur le fait que tout une série d'autres modifications non imputables à l'action anthropique accompagne cette évolution phénologique. Il en sera question ultérieurement à propos de la maturation. On peut évoquer également d'autres arguments développés par Christine Monamy et Eve Gueydon du BIVB lors de ce colloque (2007).

Chaque site se réchauffe donc nettement : le gain respectif en température moyenne d'avril à septembre est de +1,2°C à La Rochepot et de +1,4°C à Beaune (moyenne de la série récente par rapport à la série ancienne). Une des conséquences de ce réchauffement contemporain se traduit par un double mouvement géographique, conjuguant un transfert altitudinal et un transfert latitudinal. Le réchauffement place La Rochepot (selon la série 1988-2006) dans la même zone du graphique que Beaune (série 1973-1987). Tout se passe donc comme si les caractéristiques thermiques du climat de Beaune, et donc phénologiques, dans les années 1973-1987 étaient devenues, au cours des années 1988-2006, celles de La Rochepot. Il s'ensuit un transfert altitudinal au profit de La Rochepot (deux cents mètres d'altitude seraient ainsi gagnés en une vingtaine d'années), mais aussi un transfert latitudinal puisque, dans le même temps, Beaune a acquis les caractéristiques thermiques d'une station beaucoup plus méridionale, hors Bourgogne. Ces valeurs nous placent dans les cadres de l'évolution spatiale prévue par les experts de l'IPCC (International Panel for the Climate Change) et formulés par Bernard Seguin (2005), selon lesquels un réchauffement moyen annuel de +1°C entraînerait un déplacement des écosystèmes de près de deux cents kilomètres en latitude et de cent cinquante mètres en altitude. Il reste à savoir si cette évolution thermique a son équivalent phénologique, hormis ceux, déjà constatés, de la précocité des dates et du raccourcissement de la période allant du débourrement aux vendanges. En d'autres termes, les deux vignobles respectifs acquièrent-ils de nouvelles caractéristiques héritées des transferts géographiques ? Cette question se pose de façon particulièrement critique en période de maturation.

IV. Les conséquences du réchauffement climatique en fin de cycle : le problème de la maturation

La fin du cycle phénologique, entre véraison et maturité-vendanges est la période essentielle pour la qualité future de la récolte (Bonnardot, 1996). C'est au cours des semaines qui vont, traditionnellement dans le Beaunois, de mi-août – fin août à fin septembre – début octobre qu'une subtile *alchimie* élabore dans le raisin la synthèse des composés organiques (notamment les polyphénols responsables des arômes, et la concentration des sucres, pour aboutir à l'équilibre sucres – acides), tous éléments qui permettent de réaliser une bonne maturation et font la typicité du vin et sa signature terroir-millésime. Or, nos développements précédents ont montré que le réchauffement climatique avait ses effets les plus repérables en fin de cycle, donc en période de maturation.

Quelles conséquences en résulte-t-il ? Tout dépend de la conjugaison de deux phénomènes dont les modalités, et donc les effets, sont différents pour chacun des deux sites : les caractéristiques phénologiques de la période de maturation et les caractéristiques climatiques du mois d'août.

IV.1 Une maturation avancée et plus ou moins raccourcie

Le tableau 2 rappelle que les dates des stades phénologiques qui bornent la maturation sont avancées, de part et d'autre de la rupture de 1987-1988. Mais, si cette avancée est quasiment identique en jours sur les deux sites pour la date de maturité-vendanges, elle est beaucoup plus marquée pour la date de véraison à La Rochepot (moins quinze jours contre moins cinq jours à Beaune). Cette différence apparaissait sur les courbes phénologiques (cf. figure 3). Il s'ensuit que la maturation a désormais lieu à Beaune entre début août et la première quinzaine de septembre, et à La Rochepot entre la deuxième quinzaine d'août et fin septembre. On notera, à nouveau, que

cela revient à donner actuellement à La Rochepot les dates de maturation qui étaient traditionnelles à Beaune avant 1988.

Tableau 2. Dates moyennes de la véraison et de la maturité-vendanges à Beaune et à La Rochepot

		Moyenne 1973-1987	Moyenne 1988-2006	Écart entre les deux périodes
Véraison	Beaune	08/08	03/08	- 5 j
	La Rochepot	28/08	13/08	- 15 j
Maturité / Vendange	Beaune	27/09	14/09	- 13 j
	La Rochepot	06/10	27/09	- 12 j

La figure 6 montre que la durée de la période de maturation évolue différemment entre les deux sites. A La Rochepot, la durée de la période ne change pas et reste de l'ordre de 40 jours, tandis qu'elle se raccourcit nettement à Beaune d'une dizaine de jours, passant de 50 jours en moyenne avant la rupture de la fin des années 1980 à 40 jours en moyenne ensuite. Les deux sites ont donc désormais une durée de maturation assez identique, alors qu'elle était différente et plus longue de 10 jours dans les années 1970-80 sur les sites viticoles de la Côte. Passé ce constat initial, il est intéressant de noter que la rupture de la fin des années 1980 se retrouve à Beaune, ce qui semble impliquer sans ambiguïté les effets du réchauffement climatique. Mais pourquoi à Beaune et pas à La Rochepot ? Cela traduit-il un biais dans les mesures des stades phénologiques de La Rochepot qui, nous le savons, ne sont pas relevées selon des critères exactement similaires à ceux de Beaune ? En d'autres termes, la date de début de vendange choisie par le vigneron de La Rochepot n'obéit pas aux mêmes critères que celle des vignes beaunoises gérées par le service de la protection des végétaux.

En tout état de cause, le réchauffement climatique affecte manifestement la durée de la maturation sur la Côte, la vigne y subissant un stress thermique et hydrique accentué. Il est donc vraisemblable d'impliquer, dans cette évolution, les caractéristiques nouvelles du climat du mois d'août, devenu la période essentielle de la maturation à Beaune (mais moins à La Rochepot), du fait de l'avancée des dates des stades phénologiques et du raccourcissement de la période de maturation.

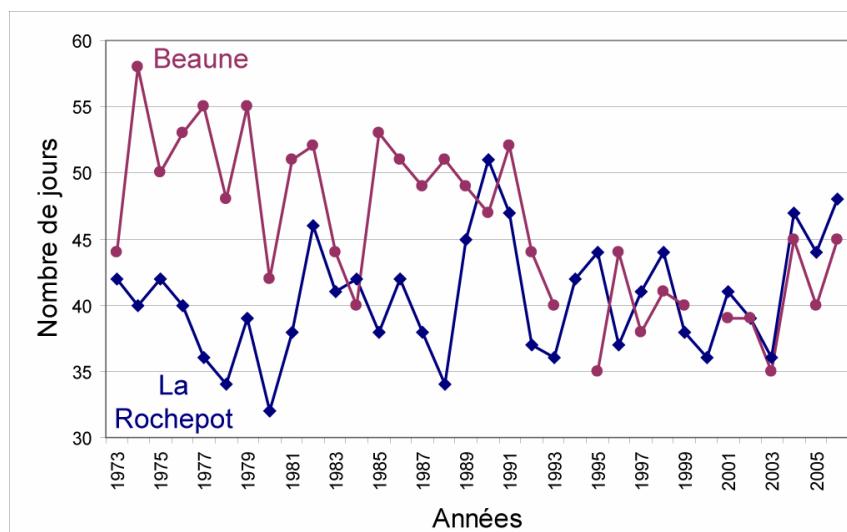


Figure 6. Évolution de la durée de la période de maturation (véraison-maturité) à Beaune et à La Rochepot

IV.2 L'évolution du climat du mois d'août

Le mois d'août tend à devenir plus sec. Cet état de sécheresse d'un mois donné est mesuré selon l'indice biogéographique de Gaussen³. Nous constatons que le nombre de mois d'août secs augmente à Beaune et à La Rochepot après la rupture de la fin des années 1980 (cf. tableau 3). Cette évolution est essentiellement due à une augmentation significative des températures maximales pour les deux stations (avec un risque d'erreur inférieur à 5 %).

Toutefois, cet indice, qui a le mérite d'être simple à établir, peut être critiqué : il donne ainsi des résultats variables selon les localités, car son application à d'autres sites comme Dijon-Ouges ou Mâcon-Charnay n'est pas aussi probante. Mais d'autres variables, comme celles appliquées sur Dijon-Ouges par Denis Thévenin (2007, communication du colloque), notamment l'humidité relative et l'ETP (évapotranspiration potentielle) prouvent également, sans ambiguïté, l'évolution récente vers la sécheresse du mois d'août à Dijon, depuis le début des années 1990.

Tableau 3. Nombre de mois secs (selon l'indice de Gaussen) à Beaune et à La Rochepot

	1973-1987	1988-2006
Beaune	1/15	8/19
	7%	42%
La Rochepot	3/15	7/19
	20%	37%

IV.3 Bilan différencié Beaune-La Rochepot

La période de maturation devient donc à Beaune beaucoup plus centrée sur l'été, avec un mois d'août plus chaud et donc plus sec. Du fait de la différence d'altitude et du maintien sur septembre de l'essentiel de la période de maturation, La Rochepot semble moins touchée par ces nouveaux caractères qui peuvent modifier la typicité, donc la qualité des vins à Beaune.

Ainsi, en une trentaine d'années, Beaune aurait perdu, du fait du réchauffement climatique, les avantages des conditions de maturation progressive des latitudes tempérées (Chabin, 2004) pour acquérir certains inconvénients des latitudes plus méridionales de type subméditerranéen. La maturation tend à s'y faire désormais trop vite et trop brutalement sous un climat plus chaud et plus sec, cas de figure particulièrement flagrant en 2003 (communication personnelle du BIVB). Cette évolution aboutit à « brûler les arômes » tout en entraînant une forte teneur en sucres, gage d'une forte teneur en alcool, et une plus faible proportion d'acides. Tous ces éléments ne favorisent pas l'expression de la typicité traditionnelle des terroirs et des millésimes et tend à donner aujourd'hui aux vins de la Côte de Beaune les caractères de vins des Côtes du Rhône. Il est vrai que cela a le grand avantage de garantir, à l'inverse d'autrefois, un raisin bien mûr au moment de la vendange. Aujourd'hui, dans la région, on ne craint plus de récolter des raisins pourris. En définitive, dans ce contexte de réchauffement climatique, La Rochepot gagnerait les avantages d'une bonne maturation, sans ses inconvénients qualitatifs attachés localement à la Côte de Beaune. L'évolution à La Rochepot pourrait ainsi caractériser l'ensemble des vignobles des Hautes Côtes, comme le laisse entendre la communication de Bernard Hudelot (2007) qui note onze grands millésimes successifs (1996-2006) en Hautes Côtes de Nuits au nord de notre zone d'étude. Les Hautes Côtes pourraient ainsi acquérir certaines conditions climatiques qui, autrefois, faisaient la qualité et la typicité des vins de la Côte de Beaune... toutes proportions gardées, car les terroirs sont différents et les composantes climatiques comparées restent marquées, en Hautes Côtes, par l'altitude plus élevée.

³ Tout mois est considéré comme sec si les précipitations sont égales ou inférieures à deux fois les températures.

Conclusion

De cette étude en devenir, nous pouvons retenir plusieurs résultats probants et cohérents avec les observations effectuées ailleurs. Le réchauffement, brutalement accentué depuis une vingtaine d'années dans la région, joue bien un rôle majeur sur la phénologie du pinot noir. L'étude statistique a surtout valorisé le rôle de la hausse des températures, moins l'évolution des précipitations (hormis la tendance sèche du mois d'août).

Quels sont les effets actuels du réchauffement climatique sur les vignobles du Beaunois ? Pour l'essentiel, c'est une remise en cause de la hiérarchie traditionnelle, qui donne aux vignobles d'altitude (Hautes Côtes) des conditions meilleures qu'autrefois et qui risque de pénaliser la qualité dans les zones traditionnelles des grandes appellations de la Côte de Beaune. Ces tendances permettent de se faire une idée sérieuse et plausible du futur viticole dans l'optique de la poursuite du réchauffement climatique, comme le laissent entendre les modèles des experts de l'IPCC. Des travaux récents de modélisation viticole à échéance de la fin du siècle présent (Garcia de Cortazar Aauri, 2006) valident ces premières tendances lourdes, qui pourraient aboutir à une élimination du pinot noir sur la Côte de Beaune (mais pas forcément en Hautes Côtes), et à son remplacement par d'autres cépages.

Pour compléter cette première étude et éclairer les nombreux points en suspens, il faut reprendre cette investigation initiale en étendant l'étude à la période de fin du cycle végétatif et de repos hivernal, en affinant l'échelle temporelle et en densifiant également le réseau. D'autre part, il reste à préciser le rôle respectif du phénomène naturel (le réchauffement climatique) et de l'action anthropique dans cette évolution. Malgré la prégnance du fait naturel, il est évident que nous sommes en face d'un système intégrant la dimension socio-économique. Quoi qu'il en soit, l'homme ne peut pas être laissé de côté de la problématique « naturelle », ne serait-ce que du fait de sa responsabilité dans le réchauffement climatique.

Remerciements

Nos remerciements chaleureux à M. Pouleau, observateur météorologique et agriculteur à La Rochepot, sans lequel cette recherche n'aurait pu aboutir ; à M. Thévenin et à toute l'équipe du Centre Départemental de la Météorologie de la Côte-d'Or, pour l'accès gracieux aux données et les multiples informations complémentaires sur les sites de mesures ; à MM. Magnien et Boyer, du Service régional de la protection des végétaux à Beaune, qui nous ont permis d'actualiser le fichier des dates phénologiques de Beaune ; à Mmes Meurgues et Monamy, du BIVB, pour leurs informations techniques ; à Mme Perruchot, du domaine Louis-Latour à Aloxe-Corton, pour l'accès à certaines données complémentaires et les réflexions de terrain sur le climat et l'évolution phénologique.

Bibliographie

Bonnardot V. (1996), *Le climat et la vigne en Bourgogne orientale*, thèse de doctorat de géographie, université de Bourgogne, Dijon, 236 p.

Chabin J.-P. (2004), « L'excellence aux limites... ou le paradoxe des vignobles septentrionaux français d'après l'exemple côte-d'orien », *Revue géographique de l'Est*, tome XLIV-2004- n°1-2/mars ; pp. 9-16.

Douguédroit A. (2005), « Le réchauffement climatique – scénarios pour le XXI^e siècle », *Actes des journées de climatologie sur le changement climatique*, Dijon, 17-19 mars 2005, Centre de Recherches de Climatologie, pp. 15-20.

Garcia de Cortazar Atauri I. (2006), *Adaptation du modèle STICS à la vigne (Vitis Vinifera L.). Utilisation dans le cadre d'une étude d'impact du changement climatique à l'échelle de la France*, thèse de doctorat, École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 292 p. + annexes

Hudelot B. (2007), « Constats des effets du réchauffement climatique sur les vignobles d'altitude de Bourgogne (360 à 420 m), durant la dernière décennie », communication au colloque *Réchauffement climatique, quels impacts probables sur les vignobles ?*, Dijon et Beaune, 28-30 mars 2007, ibidem.

Moisselin J.-M., Schneider M., Canellas C., Mestre O. (2002), « Les changements climatiques en France au XX^e siècle. Étude des longues séries de données homogénéisées françaises de précipitations et températures », *La Météorologie*, n°38, pp. 45-46.

Monamy Ch. et Gueydon E. (2007). « Changement climatique : des évolutions déjà perceptibles sur le vignoble bourguignon », communication au colloque *Réchauffement climatique, quels impacts probables sur les vignobles ?*, Dijon et Beaune, 28-30 mars 2007, ibidem.

Pettitt A.N. (1979), A non-parametric approach to the change-point problem, *Applied Statistics*, 28-2, pp. 126-135.

Seguin B. (2005), « Le réchauffement global et le changement climatique », communication du colloque *Bacchus in Bourgogne*, Beaune, 3-4 novembre 2006.

Seguin B. (2006), « Le réchauffement récent attesté par les impacts observés sur les écosystèmes », in *Actes du 19^e colloque international de climatologie sur les risques liés au temps et au climat*, Épernay, 6-9 septembre 2006, PRODIG, pp. 27-33.

Thévenin D. (2007), « Diminution de l'humidité avant maturité en Bourgogne à la fin du XX^e siècle », communication au colloque *Réchauffement climatique, quels impacts probables sur les vignobles ?* Dijon et Beaune, 28-30 mars 2007, ibidem.