

Changements climatiques : Quelles conséquences pour la viticulture ?

E. LEBON

Laboratoire d'Etude des Plantes sous Stress Environnementaux
2, place Viala - 34060 MONTPELLIER

Introduction

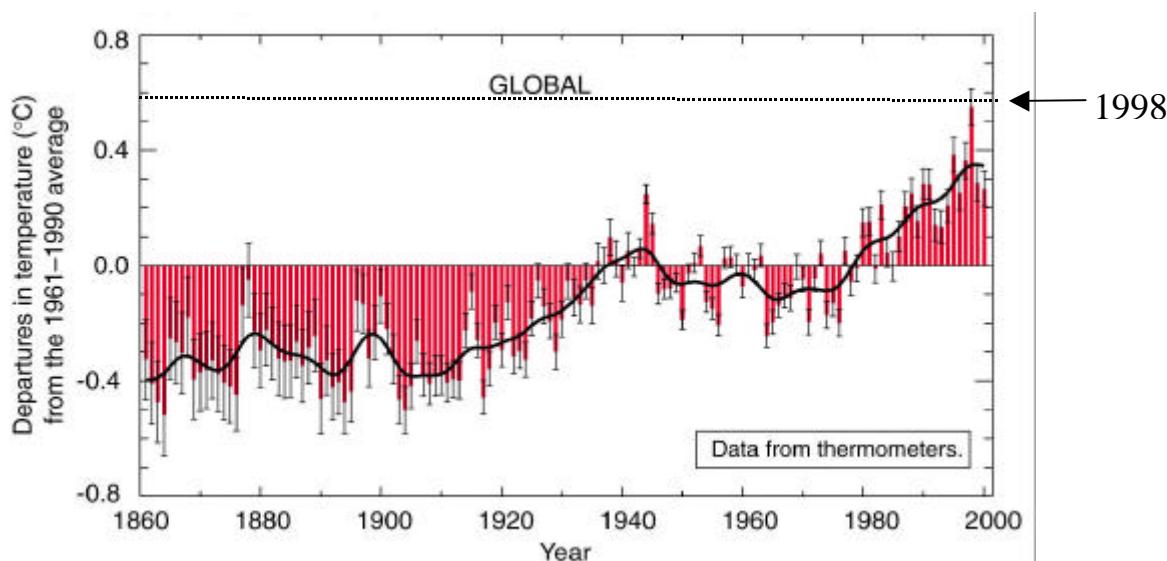
Une des spécificités de la viticulture de qualité est son étroite dépendance au climat. Il suffit pour s'en convaincre d'observer les conséquences des fluctuations climatiques inter annuelles sur le rendement, les caractéristiques de la vendange et des vins. Le vignoble actuel, fruit d'un empirisme séculaire, a conduit à une forte spécialisation des productions régionales (type de vin) en relation avec les aptitudes climatiques du milieu (adaptation de l'encépagement, des techniques viticoles et œnologiques). Le changement climatique annoncé depuis quelques années, pourrait modifier sensiblement ce paysage.

1. Est-ce que le climat de la Terre change ?

Bien que localement, les variations climatiques entre années puissent être très importantes, l'analyse de séries climatologiques pour des zones géographiques révèle une tendance au réchauffement de l'atmosphère. La température moyenne de l'air a augmenté de 0.3 à 0.6°C depuis la fin du 19^{ème} siècle. Les années les plus récentes ont été les plus chaudes du XXI^{ème} siècle et 1998 l'année la plus chaude depuis 1860, début des enregistrements climatologiques (figure 1).

Figure 1

Evolution des températures moyennes de l'air à l'échelle mondiale entre 1860 et 2000.
Source : IPCC Third Assessment Report (TAR) - Climate Change 2001



Une analyse plus poussée montre que le réchauffement est loin d'être homogène mais intéresse en priorité les régions de moyenne et haute latitude de l'hémisphère Nord et plus particulièrement la surface des continents.

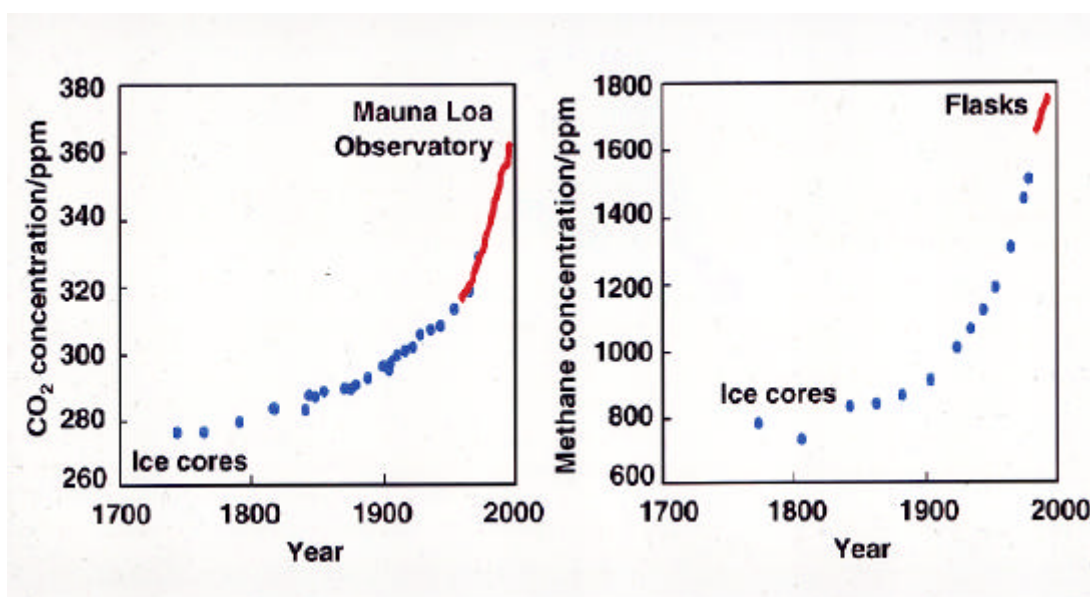
2. Pourquoi le climat change ?

La température de la Terre résulte d'un équilibre énergétique entre le rayonnement qui arrive du soleil et les pertes par re-émission de rayonnement infra-rouge vers l'espace. Cet équilibre est depuis le début de l'ère industrielle modifié par l'accroissement de la concentration atmosphérique en certains gaz (dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), dioxyde d'azote (NO₂), chlorofluorocarbures (CFC)) (**figure 2**) qui piègent le rayonnement infra-rouge terrestre à la manière d'une serre : « gaz à effet de serre ».

Figure 2

Concentrations en CO₂ et méthane mesurées dans des échantillons de glace issus du forage de la calotte glaciaire ou analysées directement dans l'atmosphère.

Source : MetOffice - Hadley Center for Climate Prediction and Research



A titre d'exemple, le gaz carbonique en (CO₂) impliqué à lui seul à hauteur de 50% dans « l'effet de serre » a augmenté de 280ppm en 1750 à 367ppm en 1999. Aujourd'hui l'accroissement annuel de sa concentration est compris entre 0.9 et 2.8 ppm/an.

3. Quel climat pour demain ?

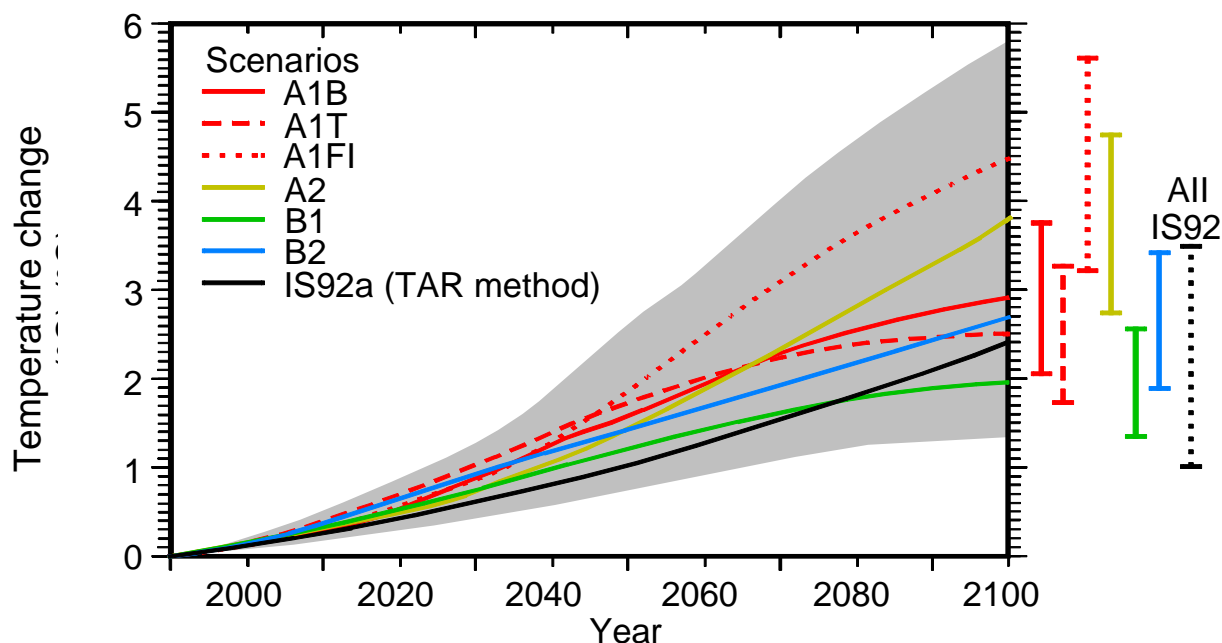
Des modèles numériques sont utilisés pour simuler l'évolution futur du climat en prenant en compte différentes hypothèses d'évolution des rejets en gaz à « effet de serre ». Suivant les scénarios, les concentrations prévues à l'horizon 2100 sont comprises entre 490 et 1260 ppm (75 à 350% au dessus de la concentration en 1750). Au total, un doublement des teneurs actuelles en CO₂ est très probable. Les projections actuelles (IPCC 2001) en terme de réchauffement sont elles-même très variables suivant le scénario retenu et comprises entre 1.4 et 5.8°C sur la période 1990-2100 (moyenne pour l'ensemble du globe) (figure 3)

Figure 3

Projection de l'évolution des températures globales pour six scénarios d'évolution des émissions industrielles en gaz à effet de serre.

Les barres encadrent pour chaque scénario les résultats obtenus avec 7 modèles. La barre IS92 indique la fourchette prédite en 1992.

Source : IPCC Third Assessment Report (TAR) - Climate Change 2001



Cette augmentation de température devrait être encore plus importante sur les continents. Pour la zone méditerranéenne, les simulations prévoient un réchauffement accru pour les mois d'été supérieur de 40% par rapport au réchauffement global de la planète. Ce gain devrait être légèrement plus limité en hiver (compris entre 0 et 40% de l'élévation thermique générale).

Le régime des précipitations serait aussi modifié. Globalement, l'évaporation et les précipitations devraient augmenter mais de manière très hétérogène. Pour la zone méditerranéenne, les modèles indiquent une diminution des précipitations estivales supérieure à 20%, les précipitations hivernales restant inchangées.

4. Quelles conséquences pour la viticulture ?

Les modifications climatiques induites par l'élévation de la concentration atmosphérique en gaz à «effet de serre» vont intéresser l'ensemble des variables climatologiques avec des impacts sur la physiologie et le comportement de la vigne plus ou moins directs et souvent difficiles à prévoir.

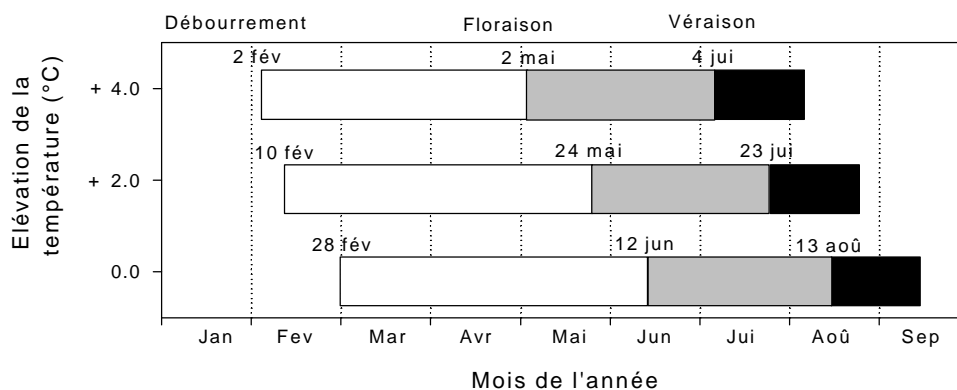
➤ + Des températures plus élevées devraient induire une modification significative du cycle végétatif

Des simulations effectuées à partir de modèles simples de développement fondés sur du temps thermique¹ pour les cépages utilisés actuellement prévoient une modification importante de la phénologie (figure 4). Une élévation de 4°C de la température dans la région de Montpellier ramènerait la date moyenne de la véraison de la Syrah dans la première décade de juillet.

¹ Cumul au pas de temps journalier des températures supérieures à 10°C = $\sum [((T_{max}+T_{min})/2)-10]$

Figure 4

Projection de l'évolution de la phénologie de la Syrah dans la région de Montpellier.
La température de référence est calculée sur la période 1973-1992 pour la station de Mauguio (34) Données Météo-France . Le débourrement (stade B) est calculé d'après Pouget et Riou (1992). La floraison et la véraison d'après Tonialetto (1999). La date vendange est placée arbitrairement à véraison + 35 jours.



Une des conséquences du déplacement de cette phase vers la période la plus chaude de l'été serait alors la modification radicale du régime thermique pendant la maturation. Dans l'hypothèse d'un réchauffement climatique compris entre 2 et 4°C, la période de maturation actuellement caractérisée par des nuits tempérées (IF2)² (température minimale moyenne comprise entre 14 et 18°C) évoluerait vers des nuits chaudes (IF1) (température moyenne minimale supérieure à 18°C) (Figure 5).

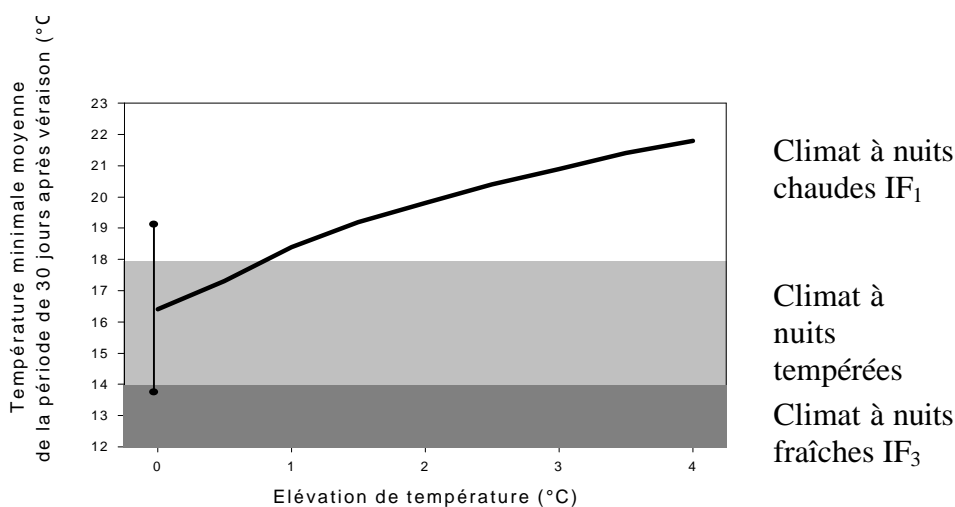
La température est un facteur important de la maturation des fruits. Elle diminue l'acidité et agit sur l'accumulation des sucres, des anthocyanes et des polyphénols selon des courbes à optimum propre à chaque cépage. Dokoolzian et Bergqvist, (2001) montrent en Californie sur Grenache noir et Cabernet sauvignon que les températures élevées (>37°C) atteintes en milieu de journée par les grappes exposées au soleil, s'opposent à l'accumulation des sucres, des anthocyanes et des polyphénols. En zone méditerranéenne, les températures minimales de l'air fraîches pendant la période véraison-récolte sont généralement facteur de qualité. Leur effet est particulièrement perceptible sur les cépages à coloration délicate comme le Muscat de Hambourg où elles constituent le principal facteur discriminant de l'aire AOC-Muscat du Ventoux (Tonialetto, 1999). Il pourrait en être de même pour le développement de certaines molécules impliquées dans le profil aromatique des vins.

Cette conséquence du réchauffement devrait être particulièrement importante dans les vignobles septentrionaux où les cépages sont proches de leur limite thermique de culture.

² IF : Indice de Fraîcheur des nuits (Tonialetto, 1999)

Figure 5

Projection de l'évolution des températures minimales moyennes pendant la maturation de la Syrah à Montpellier calculée sur une période de 30 jours après véraison.
La barre encadre les valeurs extrêmes sur la période de référence 1973-1992. Indice de fraîcheur des nuits calculé d'après Tonietto (1999).



➤ + Une demande transpiratoire plus élevée combinée avec une pluviométrie réduite devrait modifier les aptitudes hydriques actuelles des terroirs

Le bilan des effets bénéfiques ou défavorables d'un accroissement de la demande atmosphérique et de la baisse de la pluviométrie est difficile à réaliser car très dépendant des propriétés des sols. On peut logiquement s'attendre à un accroissement du risque de déficit hydrique sévère préjudiciable à la qualité dans les sols les plus superficiels ou dans le cas de parcelles enherbées. Cette évolution pourrait en revanche être bénéfique à d'autres situations actuellement trop fertiles. Des modèles de bilan hydrique en cours de développement pour la vigne (Collaboration ITV INRA-AGRO Montpellier – voir article de J. C. Payan dans ce volume) devrait pouvoir permettre de prévoir et d'anticiper ces évolutions.

➤ + L'accroissement de la concentration en CO₂ atmosphérique : un facteur favorable à la photosynthèse ?

La réponse instantanée de la vigne à une élévation de la concentration en CO₂ se manifeste par une augmentation de la photosynthèse. Schultz (2000) rapporte un doublement de la photosynthèse lorsque la concentration en CO₂ de l'air passe de 364 à 605 ppm à une température de feuille proche de l'optimum (34°C). Cette réponse est différente lors d'une exposition prolongée à une concentration élevée en CO₂ où la photosynthèse est régulée à la baisse par le volume des puits³ insuffisants. Ainsi, dans une expérience d'enrichissement en CO₂ de l'air au vignoble de longue durée (700ppm), Bindi et al (1996) montrent une stimulation de la croissance végétative (+35% de surface foliaire, +49% de M.S.) et dans une moindre mesure du rendement (+21% MS). Cet effet favorable du CO₂ à la photosynthèse devrait être encore réduit par l'élévation des températures diurnes combinée au déficit hydrique. Dans ces conditions de contrainte thermo-hydrique, la photosynthèse est limitée par la fermeture des stomates⁴ et les températures excessives de feuilles >36°C (la photosynthèse s'annule vers 40°-42°C).

³ Récepteurs des produits de la photosynthèse : organes en croissance, baies en maturation etc

⁴ Orifices sur la face inférieure d'une feuille chez la vigne qui permettent les échanges avec l'atmosphère nécessaires à la photosynthèse et à la transpiration

Conclusion

Malgré de fortes incertitudes inhérentes (i) à l'imprécision des modèles de prévision face à la complexité des phénomènes simulés (ii) aux incertitudes concernant l'évolution des rejets en « gaz à effet de serre » conditionnés par l'évolution démographique, économique et technologique de l'humanité, une élévation globale de la température de 2 à 4°C à l'horizon 2001 en réponse au doublement de la concentration en CO₂ apparaît réaliste.

La tendance au réchauffement actuellement amorcée est la plus forte et la rapide enregistrée depuis 1000 ans, elle est déjà perceptible dans les vignobles (voir travaux de B. Ganichot). Les conséquences pour la viticulture sont multiples et pour certaines encore difficiles à cerner. Il est clair que le cycle végétatif sera fortement affecté avec pour conséquence de modifier le régime thermique pendant la maturation et probablement *in fine* la typicité des vins.

A l'échelle Européenne et en particulier dans les vignobles septentrionaux, on peut imaginer que les choix en matière d'encépagement puissent évoluer : dans une étude récente réalisée en Allemagne Schultz (2001) montre dans une région traditionnellement plantée en Riesling que sur la dernière décennie (1989-2000) Pinot noir, Gamay, Chardonnay, Sauvignon blanc voire Cabernet franc et Merlot deviennent des choix variétaux possibles.

La pluviométrie est le paramètre climatique sur lequel l'imprécision des modèles est la plus forte. La baisse moyenne attendue reste modérée mais la variabilité inter annuelle est difficile à prévoir. Cette évolution aura un impact modulé en fonction des types de sol. Par ailleurs, l'élévation de la concentration en CO₂ est difficile à cerner mais devrait en partie être masquée par l'accroissement de la contrainte thermo-hydrique. A ces évolutions s'ajoutent d'autres, difficilement modélisables comme l'augmentation des concentrations en ozone, du rayonnement UV (susceptible de perturber le métabolisme de précurseurs d'arômes (Schultz, 2000)), du risque d'intempéries climatiques (grêle, vent), la baisse de la teneur des sols en matières organiques, l'évolution de la pression parasitaire etc.

Bibliographie

BINDI M., FIBRI L., GOZZINI B., ORLANDINI S., SEGHI L., (1996).

The effect of elevated CO₂ concentration on grapevine growth under field conditions. *Acta Horticulturae* 427, 325-330

DOKOOLZIAN NK., BERGQVIST JA. (2001).

Influence of sunlight exposure on the berry growth and composition of two red wine grape cultivars. *CR GESCO n°12, 1, 77-84*

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001)

Climate Change 2001: Synthesis Report"

http://www.meto.gov.uk/sec5/CR_div/ipcc/wg1/

SCHULTZ HR. (2000). Climate change and viticulture : A European perspective climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Aust.J.Grape And Wine Res.*, 1, 8-12

SCHULTZ HR. (2001) . Changements climatiques et viticulture : point de vue Européen sur la climatologie, le dioxyde de carbone et les conséquences du rayonnement UVB. *CR GESCO n°12, 1, 17-24*

TONIETTO J. (1999). Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et de Muscat de Hambourg dans le sud de la France Méthodologie de caractérisation – *Thèse de Doctorat- ENSA Montpellier 233p.*