

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RESSOURCE EN EAU : COMMENT INTEGRER LES DONNEES METEOROLOGIQUES POUR MIEUX GERER LA CONTRAINTE HYDRIQUE DE LA VIGNE ?

Jean-Christophe PAYAN*, Iñaki GARCÍA DE CORTÁZAR ATAURI**, Bernard SEGUIN**

* ITV-France Rhône-Méditerranée Domaine Donadille, 30230 Rodilhan (jean-christophe.payan@itvfrance.com)

**Unité Agroclim, INRA - Site Agroparc, Domaine St-Paul, 84914, Avignon cedex 9

Cet article est extrait des Entretiens viti-vinicoles Rhône Méditerranée 2006 (ITV France)

Introduction

Si la sécheresse et la canicule de 2003 ont marqué les esprits, de nombreux spécialistes du climat s'accordent sur la prévision de millésimes aux caractéristiques similaires, avec une fréquence d'une année sur deux dans la deuxième moitié du siècle, voire davantage à la fin du XXI^{ème} siècle. En région méditerranéenne, les étés qui ont suivi 2003 n'ont guère permis de rassurer l'ensemble des acteurs sensibles à ces préoccupations climatiques, au premier rang desquels se retrouvent les professionnels du milieu agricole. Il est alors intéressant de présenter quelques bases de la réflexion scientifique conduisant à l'énoncé de telles hypothèses pour mieux juger la pertinence de ces modifications annoncées. En parallèle à ces études prospectives sur le devenir du climat, la prise en compte des caractéristiques météorologiques du millésime peut doré et déjà être intégrée à des outils de modélisation agronomique, afin d'accompagner le producteur dans le raisonnement de ses pratiques culturales. De tels modèles existent déjà par exemple pour aider à la gestion de la contrainte hydrique au vignoble.

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Cela fait plusieurs années maintenant que des scientifiques du monde entier travaillent sur la problématique du changement climatique à différentes échelles de temps et de lieux (IPCC 2001). En affinant et en augmentant la fiabilité des prévisions issues des modèles climatiques globaux (García de Cortázar et al. 2004), ce travail permet entre autre de conduire des études d'impact fiables.

- **Différents scénarios**

Pour illustrer ces propos, la comparaison de l'évolution des températures moyennes au cours du dernier millénaire (figure 1, gauche) montre une tendance au réchauffement indéniable à la fin du XX^{ème} siècle (IPCC 2001). A partir de cette connaissance du passé et sur la base de la mesure du climat depuis 1989, considérée par les experts comme année de référence pour marquer le début du changement climatique, plusieurs hypothèses ont été émises sur l'évolution probable des températures au cours du XXI^{ème} siècle. Ces hypothèses sont fondées sur notre capacité à réguler nos émissions de gaz à effet de serre, avec différents scénarios politico-économiques relatifs entre autre à l'évolution du commerce international, du développement des pays émergents et de la dynamique d'industrialisation des principales puissances mondiales. Le scénario le plus optimiste prévoit par exemple, si toute émission de gaz à effet de serre cessait immédiatement, une élévation de la température moyenne à l'échelle mondiale d'environ 1,5°C d'ici la fin du siècle. Cette élévation serait inéluctablement due à un effet d'entraînement du réchauffement du climat déjà perceptible, la tendance actuelle ayant des répercussions sur le climat à venir. A l'inverse, les scénarios les plus pessimistes, avec augmentation de l'industrialisation à échelle planétaire et augmentation de l'émission de gaz à effet de serre, prévoient une température moyenne de 5,8°C de plus qu'actuellement ! A titre de comparaison et pour mieux réaliser les conséquences de telles modifications, l'ADEME (2006) indique par exemple que si la température moyenne annuelle de l'épisode de 2003 a dépassé de loin par son intensité et sa durée ce qui a pu être enregistré depuis 1878, ce n'était qu'avec 0,1°C de plus que l'année la plus chaude préalablement

enregistrée sur la même période (1998) ...nous sommes cependant alors bien loin des 1,5°C les plus « optimistes » projetés sur la figure 1.

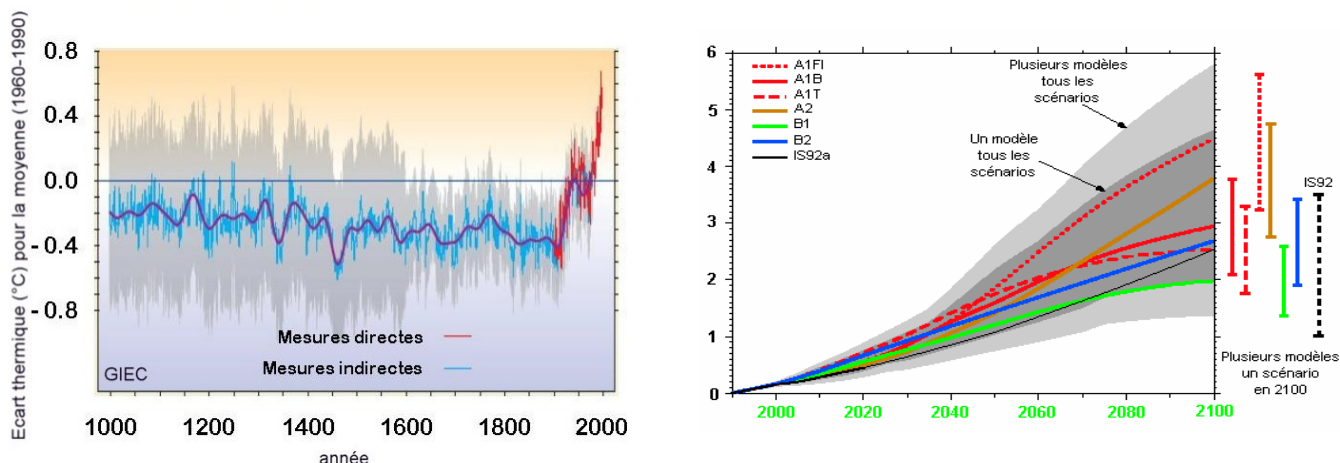


Figure 1 : Quantification du réchauffement climatique à l'échelle du dernier millénaire (à gauche, ADEME 2006) et prévu pour le 21^{ème} siècle selon différents scénarios (à droite, IPCC 2001). Remarquer le changement spectaculaire d'échelles.

Le réchauffement climatique ne touchera pas toutes les régions du monde dans des proportions similaires. Il sera particulièrement marqué sur les continents, et plus particulièrement encore dans l'hémisphère nord, au-dessus du tropique du cancer, avec une intensité maximale au sein du cercle polaire arctique. Au niveau saisonnier à l'échelle française, hiver et printemps sont les saisons qui subiront le moins d'échauffement, avant une rupture brutale pour la période estivale, complétée d'un automne intermédiaire avec l'hiver. Ceci est particulièrement vrai pour la région méditerranéenne. Au-delà de l'approche thermique, il est indispensable de s'intéresser à l'évolution et à la répartition des précipitations. En moyenne à l'échelle planétaire, on constate un regain important de précipitations dans les cercles polaires arctique et antarctique ainsi que sur la bande de terre africaine et eurasiatique localisée entre le tropique du cancer et l'équateur. D'un autre côté, l'autre élément spectaculaire se marque par une réduction substantielle des précipitations annuelles dans l'arc méditerranéen, ainsi que sur la région mexicaine et l'ouest australien, mais dans de moindres proportions. Se pose alors la question de la répartition annuelle des précipitations pour mieux intégrer les conséquences probables en matière de conduite du vignoble. A l'échelle de la France, des études montrent déjà une tendance selon laquelle les écarts de pluviométrie entre le nord et le sud de la France d'une part, et entre saison d'autre part, vont s'accroître (Planton 2003). Seule la période hivernale permettra de connaître un gain de précipitations par rapport à l'actuel, les trois autres saisons laissent apparaître des déficits pluviométriques importants, plus particulièrement encore dans les régions du sud et du sud-ouest.

- **Incidences sur la vigne**

Sur la physiologie des plantes, les impacts du réchauffement climatique sont de différents ordres. Le premier d'entre eux se traduit par une stimulation de la production de biomasse sous l'effet de l'augmentation de la teneur de l'air en CO₂, bien que l'augmentation de la respiration sous l'effet du réchauffement devrait la contenir dans des proportions de l'ordre de 15 à 20%. L'efficacité pour l'eau sera également améliorée par augmentation de la résistance stomatique (Schultz 2000). Au vignoble, l'un des événements les plus marquants devrait être une modification du cycle phénologique à cause de la hausse des températures, avec comme conséquence une accélération de la croissance des organes (Brisson 2004). Les dates de floraison de la vigne pourraient être avancées de deux à trois semaines, ou la date de vendanges de presque un mois, comme tel est déjà le cas dans les Côtes-du-Rhône ou le Médoc (Ganichot 2002). Il est de ce fait

probable qu'un équilibre agrophysiologique différent de l'actuel se mette en place, conduisant à revoir certaines pratiques culturales (García de Cortázar et al. 2004). Les conséquences pour la vigne se traduiront par un décalage précoce de la réalisation des stades phénologiques, dont une maturation réalisée plus précocement en saison, en pleine période estivale, avec un risque de modification des caractéristiques organoleptiques du raisin (Lebon 2002, García de Cortázar 2006). Compte tenu des éléments précédemment avancés, le cycle végétatif de la vigne devra ainsi se réaliser dans une période certes plus chaude, mais aussi plus sèche qu'à présent, augmentant la préoccupation des viticulteurs pour le recours à des compléments hydriques comme palliatif au déficit pluviométrique. La typicité des produits devrait être affectée ainsi que, à terme, l'encépagement des vignobles. Des études sur l'adaptation des vignobles à ces modifications climatiques ont été abordées sur la base de différents indicateurs bio-climatiques, et montrent très clairement une tendance à la méridionalisation des vignobles, avec de possibles déplacements des aires actuelles de répartition des cépages (Schultz 2000, Jones et al. 2004, Seguin et García de Cortázar 2004).

LA MODELISATION EN AGRICULTURE : UN OUTIL TECHNIQUE INCONTOURNABLE DE DEMAIN

Pour faire face à ces modifications du milieu de culture, le technicien a besoin d'outils lui permettant de quantifier l'importance du climat sur les caractéristiques de la vendange. De tels outils existent et sont en voie de développement, il s'agit de modèles agronomiques permettant de simuler la croissance ou la production des cultures à partir de données climatiques et pédologiques essentiellement. Leur usage permet une projection dans le futur du comportement des cultures, en introduisant des scénarios climatiques à venir et en observant les conséquences probables sur le paysage viticole, comme tel est le cas ici. Pour être le plus réaliste possible, ces modèles de culture deviennent extrêmement complexes dans leur conception. Leur mise au point est d'actualité, avec en particulier les études menées par l'unité Agroclim de l'INRA d'Avignon d'une part sur le modèle de culture STICS-vigne, et par l'UMR System de l'INRA de Montpellier d'autre part sur la modélisation de la concurrence hydro-minérale en vignoble enherbé.

Un autre usage de la modélisation peut être fait en les utilisant pour améliorer la connaissance des vignobles déjà en place et suivre leur évolution tout au long de la saison végétative. A ce titre, les modèles permettent d'optimiser la fréquence des interventions sur le terrain tout en améliorant la caractérisation des vignobles, ce qui représente un atout indéniable pour les techniciens en charge du suivi des parcelles. Un outil de ce type est développé par l'ITV en collaboration¹ avec les principaux organismes professionnels viticoles du pourtour méditerranéen et des laboratoires de recherche agronomique. Ce travail vise à améliorer la connaissance des répercussions de la contrainte hydrique sur les caractéristiques de la vendange et développer un outil permettant son évaluation en temps réel. La démarche qui a conduit à la mise au point de cette méthodologie est détaillé ci-après pour exemple.

- **Un modèle de bilan hydrique comme outil d'aide à la décision d'irrigation**

L'estimation de la contrainte hydrique au vignoble et le suivi de son évolution au cours de la saison végétative ne sont possibles que sur la base d'observations de terrain techniquement difficiles d'accès ; ce qui réduit considérablement les capacités de suivi à l'échelle d'une région viticole. Les conséquences d'une contrainte hydrique importante pouvant être désastreuses pour la rentabilité économique d'une exploitation, il est pourtant nécessaire de pouvoir suivre en temps réel l'évolution de la contrainte hydrique au vignoble pour adapter ses pratiques culturales en conséquence. Une solution simple pour réaliser ce suivi serait de pouvoir interpréter en terme de incidences au vignoble, les caractéristiques climatiques qui conditionnent l'évolution de la contrainte hydrique. De tels modèles climatiques existent, il s'agit de modèles de bilan hydrique. Celui ici considéré est basé sur les travaux de Riou (1994) et Carbonneau (1998). Il permet de suivre l'évolution des réserves en eau du sol en considérant le sol comme un simple réservoir qui

¹ Chambres d'Agriculture de l'Aude, des Bouches-du-Rhône, du Gard, de l'Hérault, du Var et du Vaucluse ; CIRAME ; CIVAM Corse ; INRA; ENITA Bordeaux

se remplit sous l'effet des pluies, et se vide par évaporation directe ou par transpiration de la vigne (figure 2).

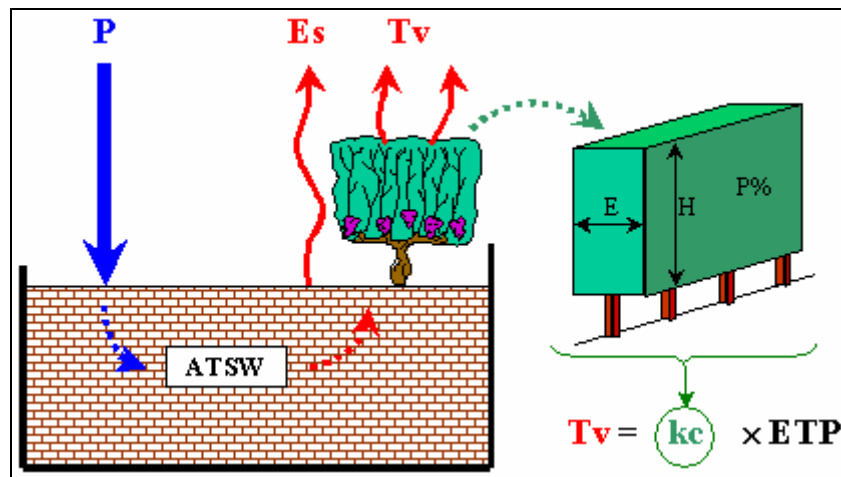


Figure 2 : Illustration des flux hydriques pris en compte dans le bilan hydrique. ATSW = réserve en eau du sol utilisable par la plante ; P = précipitations ; Es = évaporation du sol ; Tv = transpiration de la végétation ; kc = coefficient d'interception du rayonnement solaire ; E = épaisseur de végétation ; H = hauteur de la végétation ; P% = porosité de la végétation ; ETP = évapotranspiration potentielle.

Les parcelles viticoles n'étant pas égales entre elles d'un point de vue agronomique (profondeur de sol, type de sol, densité de plantation...), une procédure de couplage du bilan hydrique avec des mesures de terrain (Riou et Payan 2001, Lebon et al. 2003, Payan et al. 2003, Pellegrino 2003, Fermond 2005) permet de définir l'une des caractéristiques permanente de la parcelle jusque là difficile d'accès : la réserve hydrique utilisable par la vigne (TTSW). A partir de cette donnée, en interprétant les relevés météorologiques, on peut suivre, grâce à la modélisation, l'évolution de la contrainte hydrique sur une année et comparer différents millésimes entre eux ou différentes parcelles pour mieux décider des seuils et dates d'intervention. En parallèle a cette approche, de nombreux travaux tendent aujourd'hui à définir, pour un type de vin donné, ce que l'on peut appeler un « itinéraire hydrique » optimal. Le but est de quantifier les limites de contrainte hydrique en deçà et au-delà desquelles les objectifs de productions ne seront pas atteints (par excès ou manque d'eau). La modélisation de l'évolution de la contrainte hydrique permet de situer les parcelles viticoles sur de telles grilles afin d'émettre un diagnostic sur la situation (Payan 2004, Gary et al. 2005), et raisonner *in fine* la date et le volume des irrigations à réaliser pour un objectif de production déterminé (figure 3).

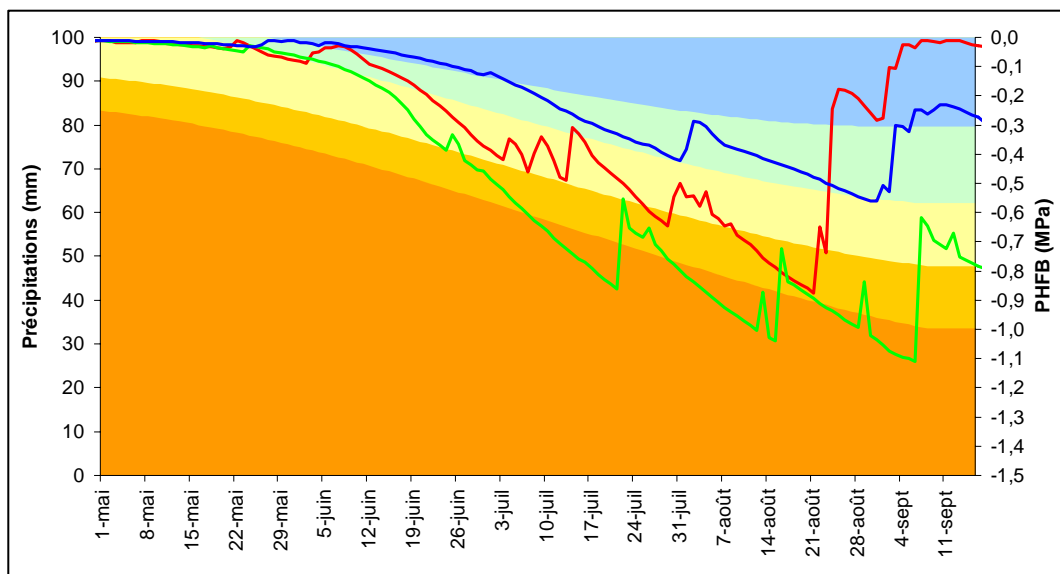


Figure 3 : Exemple de discrimination de trois millésimes ou trois parcelles par le bilan hydrique du 1^{er} mai au 15 septembre. Une telle représentation permet de hiérarchiser l'importance de la contrainte hydrique pour une date donnée. Les zones colorées en fond d'écran représentent différents « parcours hydriques » conditionnant différents types de

Conclusion

Dans le cadre de la gestion de la contrainte hydrique au vignoble, la prise en compte de l'évolution des caractéristiques climatiques au cours de l'année est d'une importance capitale. De nombreuses études montrent qu'à l'avenir, le réchauffement du climat déjà en cours peut prendre des proportions extrêmement inquiétantes, augmentant ainsi les contraintes agronomiques pour l'obtention d'un produit de qualité. Si les prévisions sur l'évolution des précipitations ne sont pas aussi abouties que celles sur l'évolution des températures, la tendance à la baisse des quantités d'eau reçues à l'échelle du vignoble méditerranéen est nette, augmentant ainsi la nécessité pour le viticulteur de disposer d'outils d'aide au raisonnement de ses pratiques culturales. De tels outils sont en cours de développement, il s'agit essentiellement de modèles agronomiques. Les plus aboutis d'entre eux permettront de simuler les changements du paysage viticole français à moyen et long terme. Ces modèles peuvent par ailleurs être dorénavant et déjà utilisés comme outils d'aide à la décision, l'un d'entre eux étant actuellement testé à l'échelle des vignobles méditerranéens pour gérer l'évolution de la contrainte hydrique. Sous réserve d'un assouplissement de la législation en vigueur, le viticulteur peut aujourd'hui trouver un conseil de plus en plus avisé sur la façon de gérer correctement une irrigation qualitative ; se posent alors de nombreuses questions quant à l'accessibilité de la ressource hydrique... En effet, plusieurs éléments laissent penser que même si le recours à l'irrigation est autorisé, même si l'on sait quantifier une irrigation « qualitative », les vignobles méridionaux sont souvent installés dans des zones plutôt sèches dont l'accès à l'eau est limité. Il faut alors pouvoir avoir recours à une source de distribution, tous les vignobles n'étant pas égaux entre eux sur ce point. D'autre part, face aux sécheresses accrues ces dernières années et aux restrictions d'utilisation de l'eau de plus en plus systématiques, le milieu agricole est souvent mis en cause, en encourageant de plus en plus, lorsque cela est possible par exemple, la substitution de cultures fortement exigeantes en eau par d'autres davantage tolérantes à la sécheresse. Dans ce contexte, même si les facteurs limitants précédemment cités n'étaient plus des obstacles, il faut alors s'interroger sur la répercussion, en terme d'opinion publique, de l'image laissée au consommateur sur l'irrigation d'une culture historiquement non irriguée dans des périodes de restriction d'eau accrue où il est demandé à chacun de maîtriser ses dépenses. Dans de telles perspectives, le positionnement judicieux, maîtrisé et raisonné des irrigations sur la base de réflexions avisées et avec un matériel performant sera une nécessité absolue.

Références bibliographiques

ADEME 2006 Site Internet : <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=13419&m=3&catid=13421>

Brisson N. 2004 Questionnements sur l'impact du changement climatique sur les grandes cultures. Séminaire MICCES INRA, Isle sur Sorgue, 22-23 janvier 2004.

Carbonneau A. 1998 Irrigation, vignoble et produits de la vigne. *Traité d'irrigation*, Jean-Robert TIERCELIN, éd. Lavoisier Tec & Doc : 257-276.

Fermond N. 2005 A propos de deux modèles de bilan hydrique. Mémoire de fin d'études, ENITA Bordeaux, 53p.

Ganichot B. 2002 Evolution de la date des vendanges dans les Côtes-du-Rhône méridionales. *6èmes Rencontres Rhodaniennes*, éd. Institut Rhodanien, Orange, France : 38-41.

García de Cortázar Atauri I. 2006. Impacts sur le vignoble, perspectives. *Le Changement climatique: quelles conséquences pour l'agriculture et la sylviculture régionales? Rencontre Chercheurs/Professionnels*. 2 février. INRA. Avignon.

- García de Cortázar Aauri I., Brisson N. et Seguin B. 2004** Estimation de l'impact du changement climatique sur les résultats agronomiques de la vigne avec le modèle STICS. *Cahier Technique Mondavi*, éd. ITV France : 151-159.
- Gary C., Payan J.C., Kansou K., Pellegrino A. et Wéry J. 2005** Un outil de diagnostic de la contrainte hydrique de parcelles viticoles, en relation avec des objectifs de rendement et de qualité. *Comptes-rendus GESCO vol.2*, Geisenheim : 449-456.
- IPCC 2001.** *Climate change 2001 : impacts, adaptation and vulnerability.* Contribution of Working Group II to the third assessment report of IPCC, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jones G. V., White M. A. et Cooper O. R. 2004** *Climate change and global wine quality.* Climatic Change. (in review).
- Lebon E. 2002** Changements climatiques: quelles conséquences prévisibles sur la viticulture? *6èmes Rencontres Rhodaniennes*, éd. Institut Rhodanien. Orange, France. p. 31-36.
- Lebon E., Dumas V., Pieri P. et Schultz H.R. 2003** Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *Functionnal Plant Biology*, 30 : 699-710.
- Payan J.C. 2004** L'évaluation de la contrainte hydrique: développer des outils pour mieux connaître ses conséquences sur la qualité de la vendange. *Cahier Technique Mondavi*, Bordeaux, éd. ITV France : 127-132.
- Payan J.C., Ramel J.P., Martinez A.M. et Salançon E. 2003** Sécheresse et canicule en 2003 : caractérisation climatique et méthodes d'identification au vignoble. *Comptes-rendus Euroviti*, Montpellier, éd. ITV France : 3-14.
- Pellegrino A. 2003** *Elaboration d'un outil de diagnostic du stress hydrique utilisable sur la vigne en parcelle agricole par couplage d'un modèle de bilan hydrique à des indicateurs de fonctionnement de la plante.* Thèse de doctorat, AgroM Montpellier, 138p.
- Planton S. 2003** A l'échelle des continents : le regard des modèles. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. Tome 335, n°6-7 : 535-543.
- Riou C. et Payan J.C. 2001** Outils de gestion de l'eau en vignoble méditerranéen. Application du bilan hydrique au diagnostic du stress hydrique de la vigne. *Comptes-rendus GESCO*, journée professionnelle, Montpellier : 125-133
- Schultz H.B. 2000** Climate change and viticulture : a european perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6 : 1-12.
- Seguin B. et García de Cortázar Aauri I. 2004** Climate warning : consequences for viticulture and the notion of « terroirs » in Europe. *7th International Symposium of Vineyard Physiology and Biotechnology*, 21-25 June, Davis USA.