

CAMBIOS CLIMÁTICOS Y DISPONIBILIDAD DE AGUA : COMO INTEGRAR LOS DATOS METEOROLÓGICOS PARA CONTROLAR MEJOR LA REDUCCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA DE LA VIÑA ?

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

Este artículo ha sido extraído de las Entretiens viti-vinicoles Rhône Méditerranée 2006 (ITV France)

Introducción

Si la sequía y la canícula de 2003 han marcado los ánimos, numerosos especialistas concuerdan en la previsión de cosechas con unas características similares, con una frecuencia de un año cada dos en la segunda mitad del siglo, e incluso superior hacia el final del siglo XXI. En el área mediterránea, los veranos que han seguido a 2003 no han podido tranquilizar demasiado el conjunto de actores sensibles a estas problemáticas climáticas, entre los que los profesionales del sector agrícola ocupan un lugar principal. Es interesante por tanto presentar algunos de los fundamentos de la reflexión científica que ha conducido al enunciado de tales hipótesis para poder juzgar mejor la importancia de estas modificaciones anunciadas. Contemporáneamente a estos estudios prospectivos sobre la evolución futura del clima, tener en cuenta las características meteorológicas de la cosecha puede ser integrado ya dentro de las herramientas de modelización agronómica, con el fin de ayudar al productor a razonar sobre sus prácticas de cultivo. Modelos de este tipo existen ya por ejemplo como ayuda a la gestión de la reducción de la disponibilidad hídrica en el viñedo.

EL CAMBIO CLIMÁTICO

Hace ya varios años que científicos de todo el mundo trabajan sobre la problemática del cambio climático a diferentes escalas tanto de tiempo como de lugar (IPCC 2001). Mientras se afinan y aumenta la fiabilidad de las previsiones que resultan de modelos climáticos globales (García de Cortázar et al. 2004), estos trabajos permiten entre otras cosas llevar a cabo estudios de impacto fiables.

- **Diferentes escenarios**

Para ilustrar este concepto, la comparación de la evolución de las temperaturas medias en el curso del milenio pasado (figura 1, izquierda) muestra una innegable tendencia al calentamiento durante el final del siglo XX (IPCC 2001). A partir de este conocimiento del pasado y en base a la medida del clima desde 1989, considerado por los expertos como el año de referencia que marca el inicio del cambio climático, han sido planteadas varias hipótesis sobre la probable evolución de las temperaturas en el curso del siglo XXI. Estas hipótesis se fundan en nuestra capacidad para regular nuestras emisiones de gas de efecto invernadero, con diferentes escenarios político-económicos relativos entre otras cosas a la evolución del comercio internacional, del desarrollo de los países emergentes y de la dinámica de industrialización de las grandes potencias.

El escenario más optimista prevé por ejemplo, si todas las emisiones de gas de efecto invernadero cesaran inmediatamente, un aumento de la temperatura media a nivel mundial de cerca 1,5°C desde ahora hasta final del siglo. Este incremento sería ineluctablemente debido a un efecto del incremento del calentamiento del clima ya perceptible, tendencia que tendrá repercusiones sobre el clima futuro. Por el contrario, los escenarios más pesimistas, con el aumento de la industrialización a nivel planetario y el aumento de la emisión de gas de efecto invernadero, ¡prevén una temperatura media de 5,8°C superior a la actual!

A título de comparación y para entender mejor las consecuencias de tales modificaciones climáticas, el ADEME (2006) indica por ejemplo que si la temperatura media anual del caso de 2003 superó con creces por intensidad y por duración, todo aquello que se había podido registrar

a partir de 1878, tal episodio fue sólo de 0,1^o C superior al año más caluroso precedentemente registrado durante el mismo periodo (1998)... nos encontramos entonces muy lejos de los optimistas 1,5 °C proyectados en la figura 1.

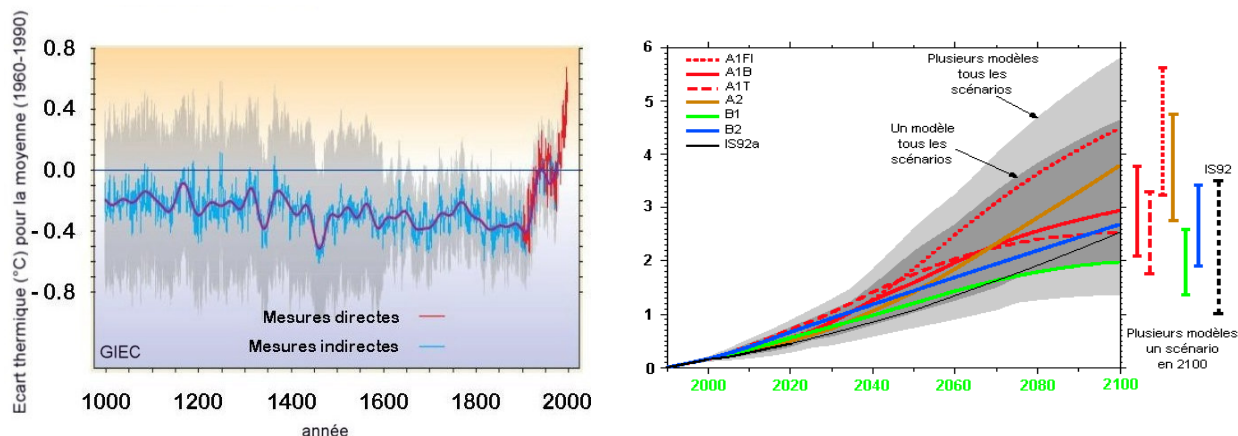


Figura 1 Cuantificación del calentamiento climático a nivel del milenio pasado (a la izquierda, ADEME 2006) y previsto para el siglo 21 según diferentes escenarios (a la derecha, IPCC 2001). Notar el impresionante cambio de escala.

El calentamiento climático no afectará a todas las regiones del mundo en las mismas proporciones. Será especialmente marcado en los continentes, y de forma particular en el hemisferio norte, sobre el trópico de cáncer, con una intensidad máxima dentro del círculo polar ártico. Con respecto a Francia, a nivel estacional, el invierno y la primavera son las estaciones que sufrirán el menor calentamiento, antes de una ruptura brutal en el periodo estivo, completándose con un otoño intermedio con el invierno. Esto es particularmente verídico para la región mediterránea.

Más allá del enfoque térmico, es indispensable interesarse por la evolución y la repartición de las precipitaciones. En término medio, a escala planetaria, se constata una recuperación importante de precipitaciones en los círculos polares ártico y antártico así como en la banda de tierra africana y euroasiática localizada entre el trópico de cáncer y el ecuador. Por otro lado, otro elemento espectacular está representado por una reducción sustancial de las precipitaciones anuales en el arco mediterráneo, así como en la región mejicana y el oeste australiano, pero en menor proporción. Se plantea entonces la cuestión de la repartición anual de las precipitaciones para entender mejor las probables consecuencias en materia de gestión de los viñedos.

A nivel de Francia, los estudios demuestran ya una tendencia según la cual las diferencias pluviométricas entre el norte y el sur de Francia por una parte, y entre estaciones por otra, se acentuarán (Planton 2003). Sólo el periodo invernal permitirá un aumento de las precipitaciones comparándolo con el actual, las otras tres estaciones dejan entrever unos déficit pluviométricos importantes, mucho mayores especialmente en las regiones del sur y sudoeste.

- **Incidencias sobre la viña**

Los impactos del calentamiento climático sobre la fisiología de las plantas son de orden diferente. El primero de ellos se traduce en una estimulación de la producción de biomasa bajo el efecto del aumento del contenido de CO₂ en el aire, aunque el aumento de la respiración bajo el efecto del calentamiento debería contenerlo en proporciones en torno al 15-20%. La eficacia hídrica también mejorará a causa del aumento de la resistencia estomática (Schultz 2000). En el viñedo una de los fenómenos más marcados será seguramente la modificación del ciclo fenológico a causa del aumento de las temperaturas con, como consecuencia, una aceleración del crecimiento de los

órganos (Brisso, 2004). Las fechas de floración de la viña se podrían anticipar dos o tres semanas, o la fecha de la vendimia de casi un mes, como sucede ya en Côtes du Rhône o Médoc (Ganicho 2002). Es probable que tenga lugar un equilibrio agrofisiológico diferente del actual, que llevará a un nuevo planteamiento de algunas prácticas de cultivo (García). Las consecuencias para la viña se traducen en una anticipación de la realización de los estados fenológicos, entre estos una maduración realizada más precozmente en la estación, en pleno periodo estivo, con el riesgo de una variación de las características organolépticas de la uva (Lebon ...), Teniendo en cuenta los elementos indicados anteriormente, el ciclo vegetativo de la viña se realizará en un periodo ciertamente más caluroso, pero también más seco que el actual, aumentando la preocupación de los viticultores por recurrir a complementaciones hídricas como paliativo del déficit pluviométrico.

La tipicidad de los productos se verá afectada así como, a largo plazo, la plantación de determinadas variedades en los viñedos. Se han realizado estudios sobre la adaptación de los viñedos a estas modificaciones climáticas en base a diferentes indicadores bioclimáticos, que muestran claramente una tendencia a la meridionalización de los viñedos, con posibles desplazamientos de las superficies actuales de distribución de las variedades (Schultz 2000, Jones et al. 2004, Seguin et García de Cortázar 2004).

LA MODELIZACIÓN EN AGRICULTURA : UNA HERRAMIENTA TÉCNICA INELUDIBLE EN EL FUTURO

Para hacer frente a estas modificaciones del medio de cultivo, los técnicos necesitan herramientas que les permitan cuantificar la importancia del clima sobre las características de la vendimia. Tales herramientas existen y se encuentran en via de desarrollo, son modelos agronómicos que permiten simular el crecimiento o la producción de los cultivos a partir esencialmente de datos climáticos y pedológicos. Su uso permite una proyección en el futuro del comportamiento de los cultivos, introduciendo escenarios climáticos venideros al mismo tiempo que se observan las probables consecuencias sobre el paisaje vitícola, como es este caso. Para ser lo más realista posible, estos modelos de cultivos llegan a ser extremadamente complejos en su diseño. Su desarrollo está de actualidad, particularmente con los estudios emprendidos por la unidad agroclimática del INRA de Avignon por una parte sobre el modelo de cultivo STICS-viña, y por el UMR System del INRA de Montpellier por otra sobre la modelización de la competición hidro-mineral en viñedos con cubierta vegetal.

Otra aplicación de la modelización puede ser realizada utilizándola para mejorar el conocimiento de los viñedos ya plantados y seguir su evolución a lo largo de toda la temporada vegetativa. En este sentido, los modelos permiten optimizar la frecuencia de las intervenciones en campo al mismo tiempo que se mejora la caracterización de los viñedos, lo que representa una ventaja innegable para los técnicos encargados del seguimiento de las parcelas. Una herramienta de este tipo esta siendo desarrollada por el ITV en colaboración¹ con los principales organismos profesionales vitícolas del perímetro mediterráneo y los laboratorios de investigación agronómica. Este trabajo pretende mejorar el conocimiento de las repercusiones de la reducción de la disponibilidad hídrica sobre las características de la vendimia y desarrollar una herramienta que permita su evaluación en tiempo real. El enfoque que ha conducido a la puesta a punto de esta metodología está descrito a continuación.

- **Un modelo de balance hídrico como herramienta de ayuda a la toma de decisión de la irrigación**

La estimación de la reducción de la disponibilidad hídrica en el viñado y el seguimiento de su evolución a lo largo de la temporada vegetativa son posibles únicamente en base a observaciones del terreno a las que es técnicamente difícil acceder ; lo que reduce considerablemente las capacidades de seguimiento a nivel de una región vitícola. Las consecuencias de una reducción

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

importante de la disponibilidad hídrica pueden ser desastrosas para la rentabilidad económica de una explotación, es por tanto necesario poder seguir en tiempo real la evolución de la reducción de la disponibilidad hídrica en el viñedo para adaptar en consecuencia sus prácticas de cultivo. Una solución simple para realizar este seguimiento será el poder interpretar en términos de incidencia en el viñedo, las características climáticas que condicionan la evolución de la reducción de la disponibilidad hídrica. Tales modelos climáticos ya existen, se trata de modelos de balance hídrico. El considerado en este trabajo está basado en los trabajos de Riou (1994) y Carbonneau (1998). Éste permite seguir la evolución de las reservas de agua del terreno considerando el terreno como una simple reserva que se llena bajo el efecto de las lluvias, y se vacía por evaporación directa o por transpiración de la viña (figura 2).

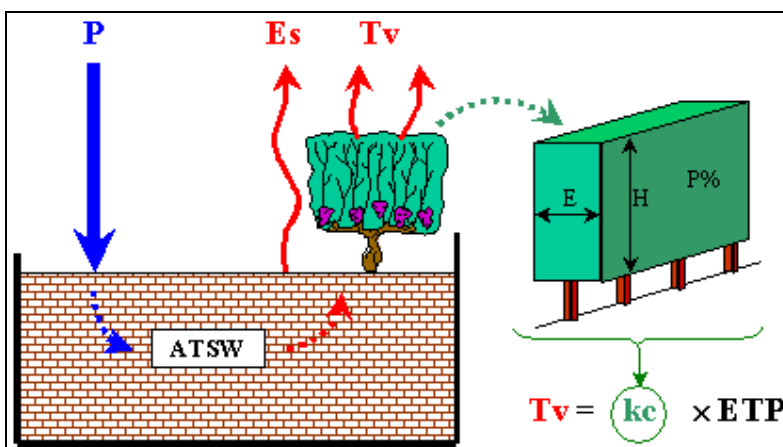


Figura 2 Ilustración de los flujos hídricos considerados en el balance hídrico. ATSW = reserva de agua del terreno utilizable por la planta ; P = precipitaciones ; Es = evaporación del terreno ; Tv = transpiración de la vegetación ; kc = coeficiente de interceptación de la radiación solar ; E = espesor de la vegetación ; H = altura de la vegetación ; P% = porosidad de la vegetación ; ETP = evapotranspiración potencial.

Desde un punto de vista agronómico, las parcelas vitícolas no son todas iguales (profundidad del terreno, tipo de terreno, densidad de plantación...), un procedimiento de acoplamiento del balance hídrico con las medidas del terreno (Riou et Payan 2001, Lebon et al. 2003, Payan et al. 2003, Pellegrino 2003, Fermond 2005) permite definir una de las características fijas de la parcela a las que es difícil acceder: la reserva hídrica utilizable por la viña (TTSW). A partir de este dato, junto con la interpretación de las señales meteorológicas, se puede seguir gracias a la modelización, la evolución de la reducción de la disponibilidad hídrica durante un año y comparar diferentes temporadas entre ellas o diferentes parcelas para poder decidir mejor los umbrales o las fechas de intervención.

Contemporáneamente a este enfoque, numerosos trabajos tienden hoy en día a definir, para un tipo de vino dado, lo que viene llamado un « itinerario hídrica » óptimo. El objetivo es cuantificar los límites de la reducción de la disponibilidad hídrica por encima o por debajo de los cuales los objetivos de producción no serán alcanzados (por exceso o por falta de agua). La modelización de la evolución de la reducción de la disponibilidad hídrica permite colocar las parcelas vitícolas sobre estos cuadros con el fin de emitir un diagnóstico sobre la situación (Payan 2004, Gary et al. 2005), y razonar *por último* la fecha y el volumen de las irrigaciones a realizar para un objetivo de producción determinado (figura 3).

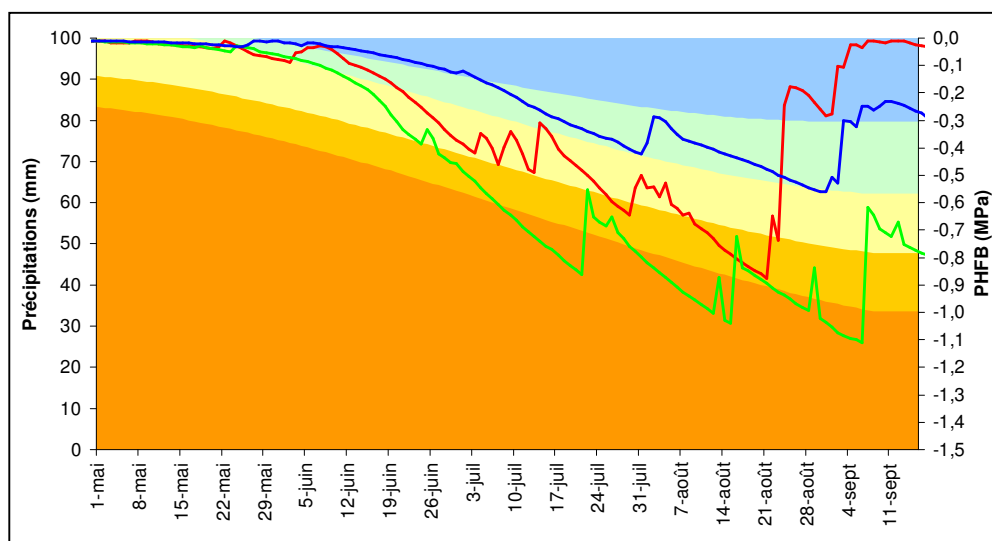


Figura 3 Ejemplo de discriminación de tres cosechas o tres parcelas en el balance hídrico del 1 de mayo al 15 de septiembre. Tal representación permite jerarquizar la importancia de la reducción de la disponibilidad hídrica para una fecha dada. Las zonas coloreadas en el fondo el gráfico representan diferentes « itinerarios hídricos » que determinan diferentes tipos de vino.

Conclusión

Dentro del marco de la gestión de la reducción de la disponibilidad hídrica en el viñedo, considerar la evolución de las características climáticas es de importancia capital. Numerosos estudios muestran que en el futuro, el calentamiento del clima ya en curso puede alcanzar unas proporciones extremadamente inquietantes, aumentando las problemáticas agronómicas para la obtención de un producto de calidad. Las previsiones sobre la evolución de las precipitaciones son tan negativas como aquellas sobre la evolución de las temperaturas, por lo que la tendencia a la disminución de la cantidad de agua recibida a nivel de viñedo mediterráneo es clara, aumentando de esta manera la necesidad de que el viticultor disponga de herramientas de ayuda para el razonamiento de sus prácticas de cultivo. Tales herramientas se encuentran en fase de desarrollo, se trata esencialmente de modelos agronómicos. De estas, las que ofrecen resultados más concretos permiten simular los cambios en el paisaje vitícola francés a medio y a largo plazo. Estos modelos pueden, por otra parte, ser ya utilizados como herramientas de ayuda a la toma de decisiones, uno de ellos está siendo actualmente probado a nivel de los viñedos mediterráneos para controlar la evolución de la reducción de la disponibilidad hídrica. Reservándose el derecho de una flexibilización de la legislación en vigor, el viticultor hoy en día puede encontrar un consejo cada vez más prudente sobre la forma de manejar correctamente una irrigación cualitativa ; se plantean entonces numerosas cuestiones referidas a la accesibilidad a los recursos hídricos ... En efecto, varios elementos dejan pensar que aunque el recurso está autorizado, que aunque se sepa cuantificar una irrigación « cualitativa », los viñedos meridionales se encuentran a menudo plantados en zonas bastante secas en las que el acceso al agua está limitado. Es necesario entonces poder recurrir a una fuente de distribución, no todos los viñedos son iguales por lo que respecta a este punto. Por otra parte, frente al incremento de las sequías de estos últimos años y a unas restricciones en la utilización del agua cada vez más sistemáticas, el medio agrícola a menudo viene puesto en discusión, alentando cada vez más, cuando es posible, la sustitución de cultivos con elevadas exigencias de agua por otros más tolerantes a la sequía. En este contexto, incluso si los factores limitantes anteriormente citados no son un obstáculo, es

necesario interrogarse sobre la repercusión, en términos de opinión pública, de la imagen que deja al consumidor la irrigación de un cultivo históricamente no irrigado en los periodos de restricción de agua en los que a cada uno se le pide un control de sus gastos de agua. Ante tales perspectivas, el posicionamiento juicioso, controlado y razonado de las irrigaciones basadas en reflexiones prudentes será una necesidad absoluta.

Referencias bibliográficas

- 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.
- GARCIA DE CORTAZAR 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.
- GARCIA DE CORTAZAR ATAURI 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 WERY 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°67 : 535-543.
- Riou 1994
- 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 ATAURI 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.