

ZONAGE ET MODIFICATION DU CLIMAT : EVOLUTION DES DATES DE VENDANGE, CREATION D'UN OBSERVATOIRE PHENOLOGIQUE DE LA VIGNE

Joël ROCHARD, J.R. CLEMENT, A. SRHIYERI

ITV France – Pôle environnement
17, rue Jean Chandon Moët – BP 20046
51202 Epernay cedex
Tél. 03 26 51 50 90 – Fax. 03 26 51 50 89
Email : joel.rochard@itvfrance.com

Introduction

Le développement durable s'inscrit dans une perspective planétaire et intergénérationnelle qui échappe parfois à une perception concrète immédiate et locale.

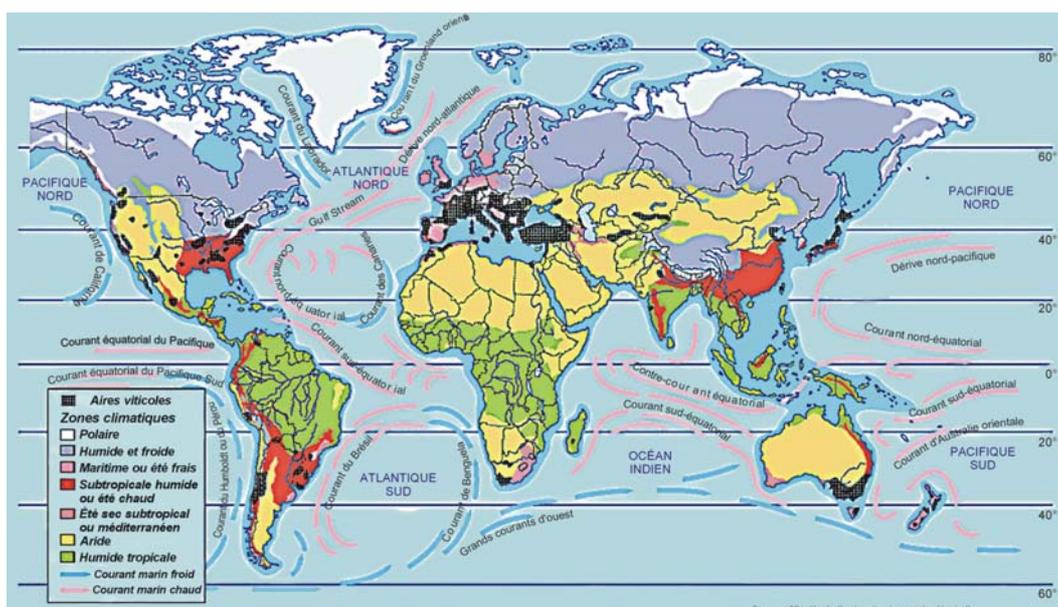
L'évolution potentielle du climat est un révélateur global des impacts associés aux activités humaines.

Bien évidemment, la viticulture s'inscrit dans ce débat des contributions positives ou négatives vis-à-vis notamment de l'effet de serre.

Parallèlement, les terroirs, au-delà de leur particularité géomorphologiques sont profondément marqués par des caractéristiques climatiques liées à leur latitude et parfois à des spécificités locales qui conditionnent la qualité des vins.

Mais dans ce débat sur l'évolution du climat, la vigne plante pérenne, observée avec attention par les seigneurs, les moines qui souhaitent surveiller la cueillette et récolter des raisins de qualité pourrait bien conforter les études scientifiques les plus pointues menées sur l'effet de serre.

A partir des données d'Emmanuel LEROY-LADURIE, historien pionnier dans l'étude historique du climat, la vigne pourrait bien rendre intelligible, les perspectives d'évolution du climat, et constituer un indicateur biologique pertinent.



VIGNOBLES ET CLIMATS DANS LE MONDE
SOURCE : ATLAS HACHETTE DES VINS DU MONDE DE OZ CLARKE, 1995

1 Evolution historique des dates de vendange

1.1 Origine du ban de vendange

En droit féodal, le seigneur haut-justicier dispose du pouvoir d'établir des règlements et des proclamations publiques (droit de ban), sur l'étendue de son domaine. Ainsi, par ban, le seigneur s'attribue, dès le XI^e siècle, le monopole d'installations telles que four, forge, pressoir, moulin à grain, moulin à huile ; il en résulte, pour les habitants de la seigneurie, l'obligation d'utiliser ces installations, dites banales, contre redevances (souvent en nature). En outre, le seigneur, avec le « banvin » se réserve de vendre son vin avant les autres producteurs de la seigneurie.

Le droit de ban, ou Bannus, était originellement venu de Germanie et donnait aux souverains des deux premières dynasties, mérovingienne et carolingienne, un pouvoir de commandement théoriquement sans limites. C'est à la faveur de l'anarchie du IX^e siècle que les comtes usurpent ce droit que les Capétiens reprendront à partir du XII^e siècle, et surtout au XIII^e siècle. Dans son ouvrage « Les vieilles vignes de notre France » P. VITAL souligne le contexte historique du ban des vendanges

« Au cours des âges et à des titres divers, toutes les classes de la société étaient intéressées par les vendanges. L'intérêt, le prestige, la gourmandise, le besoin de « s'esbaudir » y trouvaient leur compte. Parlements et Universités se mettaient en vacances pour permettre aux notables personnes « de pourvoir 'aux vins ». Cette précieuse récolte n'avait pas, on le sait, que les seuls tenanciers . comme part prenante. Seigneurs et décimateurs avaient leurs droits à sauvegarder et, dans ces époques à réglementation outrancière, les vendanges ne pouvaient échapper à des entraves si volontiers tendues.

D'une manière générale, en France, le tenancier ne pouvait pas récolter ses raisins sans l'autorisation du seigneur, donne après inspection des vignes. Il fallait donc pour commencer les vendanges obtenir le cry, congé et licence de son seigneur. C'est ce qu'on a appelé plus tard, le ban des vendanges, institution qui survécut à la féodalité.

Ce serait cependant trop restreindre la portée du ban des vendanges, que de lui attribuer uniquement la facilité de percevoir des redevances. Il avait aussi pour dessein plus noble, la recherche de la qualité, car les « experts envoyés dans les vignes pour fixer la date du ban, avaient pour mission essentielle de s'assurer que les raisins avaient atteint la parfaite maturité à l'ouverture du ban.

La pratique du ban avait aussi l'avantage d'empêcher les déprédations dans les vignes chargées de fruits et de réprimer le maraudage. Bien qu'ils soient durement traités, les maraudeurs étaient une des plaies de la viticulture dans l'ancien régime.

En tous lieux viticoles, le processus en usage était le même. Les seigneurs ou baillis, maires ou syndics, consuls ou échevins, désignaient ou faisaient désigner des experts ou prud'hommes, chargés de vérifier la maturité du raisin ; dès que celle-ci était déclarée par eux suffisante, le ban des vendanges était proclamé.

EMMANUEL LE ROY LADURIE, LE, PIONNIER

En 1966, l'historien publiait sa magistrale étude sur le climat depuis l'An Mil.

« Je me suis intéressé à l'histoire du climat dès les années 1950. J'étais intrigué par ce "petit âge glaciaire", période de froid qui a frappé l'Europe de 1550 à 1850 environ, sur laquelle aucune étude précise n'avait encore été menée. Nous ne possédons en effet de séries thermométriques que depuis la fin du XVIIe siècle ; il a fallu chercher des sources indirectes pour les périodes antérieures.

« Je me suis d'abord penché sur les résultats de la dendrochronologie, l'étude des années de croissance des arbres. Je nie suis également passionné pour les glaciers. J'ai beaucoup randonné dans les Alpes avec ma femme. Celle-ci a pris des photos que nous avons pu comparer avec des gravures du XVIIIe et du XIXe siècles. On constate le recul impressionnant des glaciers.

« A la suite des travaux d'André Angot (1883), qui, le premier, a eu l'idée d'utiliser les dates de vendanges pour reconstituer les variations thermiques, j'ai établi, pour le nord-est de la France, une série annuelle complète, quant à celles-ci, de 1484 à 1977. L'ouverture des vendanges, acte public noté dans les registres municipaux, est en effet un excellent indicateur de la température du printemps et de l'été : plus ceux-ci ont été chauds, plus les vendanges ont commencé tôt.

« En croisant toutes les données disponibles, j'ai pu écrire en 1966, encouragé par mon maître Fernand Braudel, cette Histoire du climat depuis l'An Mil qui constitue ma thèse secondaire. Un des apports de mon livre est de fournir des données fiables qui mettent en lumière la période de refroidissement du petit âge glaciaire et en révèlent aussi les moments de redoux.

« On constate que le temps se dégrade dès le début du xi^v siècle. Des anneaux de croissance très épais repérés sur des chênes, en Allemagne, indiquent des années pluvieuses autour de 1315. Mais le phénomène s'aggrave à la fin du XVIe siècle. On remarque à partir de 1550, en même temps que des dates plus tardives de vendanges, une poussée des glaciers.

« Comment expliquer ce refroidissement ? On évoque la diminution, de 1680 à 1717, des taches solaires (connue sous le nom de "minimum de Maunder") qui correspondrait à une baisse momentanée des températures. Mais cette hypothèse reste à prouver.

« Quant à la fonte des glaciers au milieu du XIXe siècle, elle coïncide avec l'essor de l'activité industrielle en Europe. Faut-il lier les deux événements ? On doit, en tout cas, selon moi, s'inquiéter de l'évolution actuelle: la plupart des projections indiquent qu'en 2100 la température moyenne se sera élevée de 2 °C à 5 °C . Une augmentation de l'effet de serre constitue peut-être un événement sans précédent. »

Propos recueillis par Héloïse KOLEBKA

Source : Revue l'histoire, le climat depuis 5000 ans, n°257, septembre 2001

Quelque temps avant les vendanges, le tenancier devait demander à son bailleur un garde chargé de le représenter pour percevoir l'agrière. Pendant que les vendangeurs s'affairaient dans les vignes, les gardes arrivaient porteurs de billets', indiquant le taux de la redevance et inscrivaient sur ces billets, la quantité de raisins qu'ils recevaient. C'étaient l'agrière portable au pressoir du seigneur, du prieuré ou du chapitre.

Dans certains cas, lorsqu'il existait la banalité du pressoir, toute la vendange allait au pressoir du seigneur et celui-ci prélevait, pour écraser le raisin, une part supplémentaire de récolte.

Le ban des vendanges ne fut jamais une affaire d'Etat, il était simplement inscrit dans la plupart des coutumiers. La Révolution française le considéra comme un des droits féodaux reconnus odieux' par la Nation , aussi la Constituante inscrivit dans une Loi de 1794 la déclaration suivante : « Chaque propriétaire sera libre de faire sa récolte de quelque nature qu'elle soit, à l'époque qui lui conviendra, pourvu qu'il ne cause aucun dommage aux propriétaires voisins. Cependant, dans les pays où le ban des vendanges est en usage, il pourra être fait chaque année, un règlement par le Conseil de la commune. »

1.2 Evolution des dates de vendange

Dans un ouvrage de référence "Histoire du climat depuis l'an mil", Emmanuel LEROY LADURIE retrace l'évolution des données climatiques à partir d'une série d'indicateurs, parmi lesquels les dates de vendange des régions septentrionales. Sa démarche s'appuie sur des données historiques répertoriées dans différentes régions (Argenteuil, Bourgogne, Champagne, Jura, Suisse). Ces données sont calculées à partir de la date des bans de vendange en nombre de jour à partir du 1^{er} septembre. E. LEROY LADURIE démontre la variabilité, au cours du temps des dates de récolte, liées à des modifications climatiques. Ainsi, des récoltes tardives liées au petit âge glaciaire sont intervenues de 1303 à 1859. Malgré tout des années précoces ont été observées de manière épisodique, 1636, 1639, 1718, 1719, 1811.

Un travail de recueil de données complémentaires a été réalisé par ITV France (J. ROCHARD, J.R. CLEMENT et coll.). Les données de l'ouvrage d'Emmanuel LEROY-LADURIE, complété par des séries historiques régionales récentes selon la même méthode : calcul d'une valeur de date de vendange référente (nombre de jour à partir du 1^{er} septembre) rapporté à la région Bourgogne (ajout ou soustraction de l'écart moyen de la récolte par rapport à la côte bourguignonne). Ces données ont été interprétées par un calcul de la moyenne mobile sur 10 ans selon la méthode suivante.

R : intervalle en jour à partir du premier septembre jusqu'à la date de récolte

R_n (moyenne mobile) : $R_n + R_{n-1} + \dots + R_{n-9}$

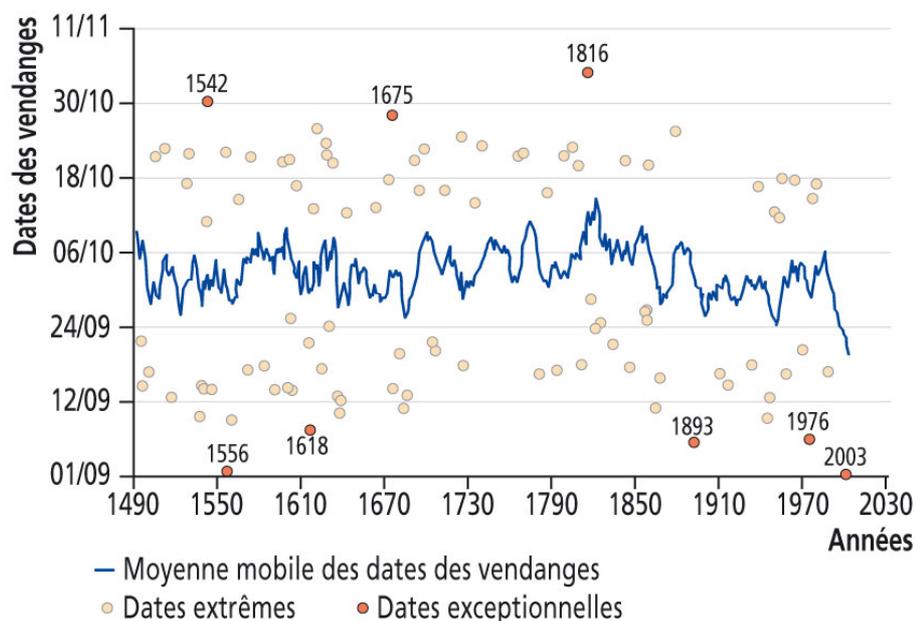
10

Cette méthode permet d'atténuer la variation annuelle par un « lissage » de la courbe et établit une tendance de l'évolution à moyen et long terme.

Cette courbe fait ressortir la caractère cyclique des évolutions, souligne l'effet de refroidissement du petit âge glaciaire (1550-1850) et semble conforter l'hypothèse d'une tendance vers la précocité significative qui se situe en dehors de la variabilité observée depuis 5 siècles.

Les années exceptionnelles répertoriées correspondent aux dates de vendange en dehors de l'intervalle moyenne mobile de l'année (+/- 3 écarts-type moyen des moyennes mobiles de la série).

Moyenne mobile des vendanges et dates extrêmes des 5 derniers siècles.
Données E. Leroy-Ladurie complétées par J.R. Clément et J. Rochard.



© Avenir Oenologie / Traité de viticulture et d'œnologie durables / 2005

1.3 Effet des éruptions volcaniques

Les aérosols d'origine volcanique sont des aérosols réfléchissants qui refroidissent les couches de l'atmosphère qui les contiennent, ainsi que les couches sous-jacentes. Les mois ou années qui suivent les grandes éruptions volcaniques sont caractérisés par une baisse significative de température.

L'indice d'explosivité volcanique (I.E.V) est l'équivalent de l'échelle Richter pour les volcans il est gradué de zéro ° à huit en intensité.

Eruptions volcaniques et indice d'activité volcanique (I.E.V)

Indice d'Explosivité Volcanique (I.E.V.)	Volume des cendres	Hauteur du nuage	Exemple
0	1 000 m ³	< 100 m	Kilauea
1	10 000 m ³	100-1000 m	Stromboli
2	1000 m ³	1-5 km	Galéras 1992
3	10 000 000 m ³	3-15 km	Ruiz 1985
4	100 000 000 m ³	10-25 km	Galunggung 1982
5	1 km ³	> 25 km	Mt St Helens 1981
6	10 km ³	> 25 km	Krakatau 1883
7	100 km ³	> 25 km	Tambora 1815
8	1 000 km ³	> 25 km	Yellowstone 2 Ma

En 1815, le Tambora a connu son éruption la plus cataclysmique de l'histoire, ses cendres et aérosols ont provoqué un refroidissement de l'hémisphère nord avec gel des récoltes dans l'est des Etats-Unis et certains pays d'Europe, la France quant à elle a connu une terrible famine. Les vendanges ont été particulièrement tardives.

Le Krakatau (ou Krakatoa) a connu son éruption la plus violente le 27 août 1883 qui a provoqué un refroidissement climatique perceptible les années suivantes.

Ces volcans ont marqué les esprits par le refroidissement de l'hémisphère nord et les famines qui s'en sont suivies.

Les éruptions de la montagne Pelée en 1902, le Katmai en 1912 ont également contribué à des effets climatiques significatifs.

Les grandes éruptions du Mt St helen et El chichon dans les années 1980 ont accentué le refroidissement entamé lors de l'éruption du St Augustine en 1976 aboutissant à des vendanges assez tardives.

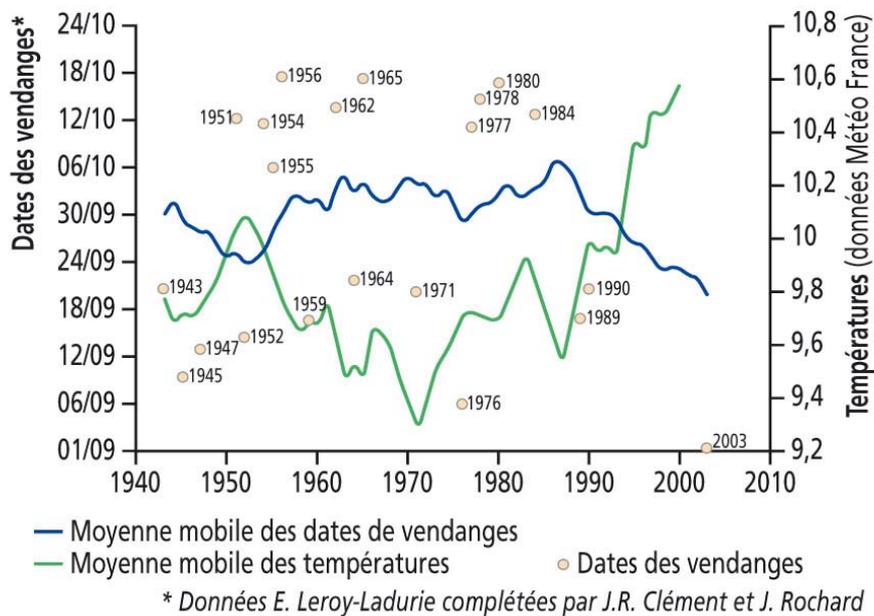
L'éruption du Pinatubo en 1991 entraîna un refroidissement qui a probablement atténué la perception du réchauffement et la précocité des vendanges.

1.4 Scénario d'évolution

- Corrélation dates de vendange et température moyenne

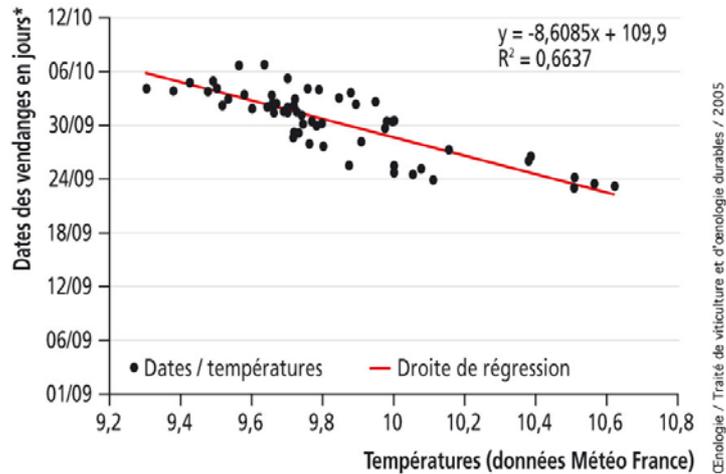
A partir des données relatives aux dates de vendanges ("Réfèrent Bourgogne" selon la méthode d'Emmanuel Leroy-Ladurie) et les températures moyennes annuelles (données Météo France) depuis 1943, une courbe a été établie. Elle souligne nettement la relation inverse qui existe entre ces deux données.

Évolution des températures et dates de vendanges depuis 1943.



© Avenir Œnologie / Traité de viticulture et d'œnologie durables / 2005

Droite de régression à partir des dates de vendange et de la température depuis 1943 (J. Rochard et A. Srhijeri).



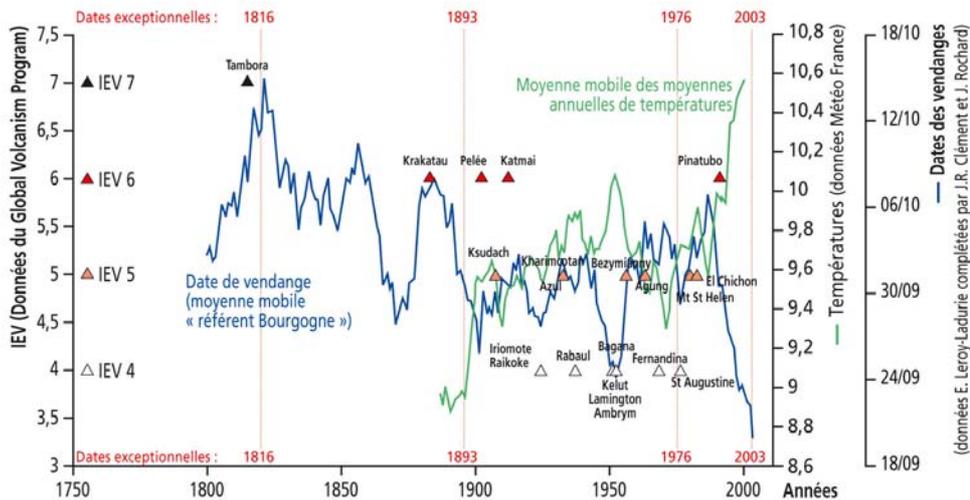
* Données E. Leroy-Ladurie complétées par J.R. Clément et J. Rochard

La droite de régression qui en résulte souligne la corrélation entre température moyenne et vendanges ($R^2=0,6637$)

Tambora. Volcan de l'île de Sumbawa, dans l'archipel de la Sonde, dont l'explosion en 1815 a constitué la plus grande éruption volcanique cataclysmique de l'histoire. Ce volcan, dont l'altitude excédait 4000 mètres ne faisait plus que 2200 mètres de haut après son éruption, les deux derniers kilomètres vers le sommet ayant été pulvérisés dans l'atmosphère par son explosion. Quelques 150 milliards de m³ de matériaux pyroclastiques furent projetés dans l'atmosphère dont près de 100 millions de tonnes atteignirent la stratosphère. Ces cendres et aérosols stratosphériques provoquèrent un tel refroidissement climatique dans l'Hémisphère Nord, que l'année 1816 fut dénommée "l'année sans été". Les récoltes gelèrent dans l'Est des Etats-Unis et dans certaines régions d'Europe provoquant en France en particulier une terrible disette. La baisse de la température moyenne globale provoquée par cette éruption a été estimée à 0.8°C au minimum.

Source : F. RAMADE – Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, éditions Dunod

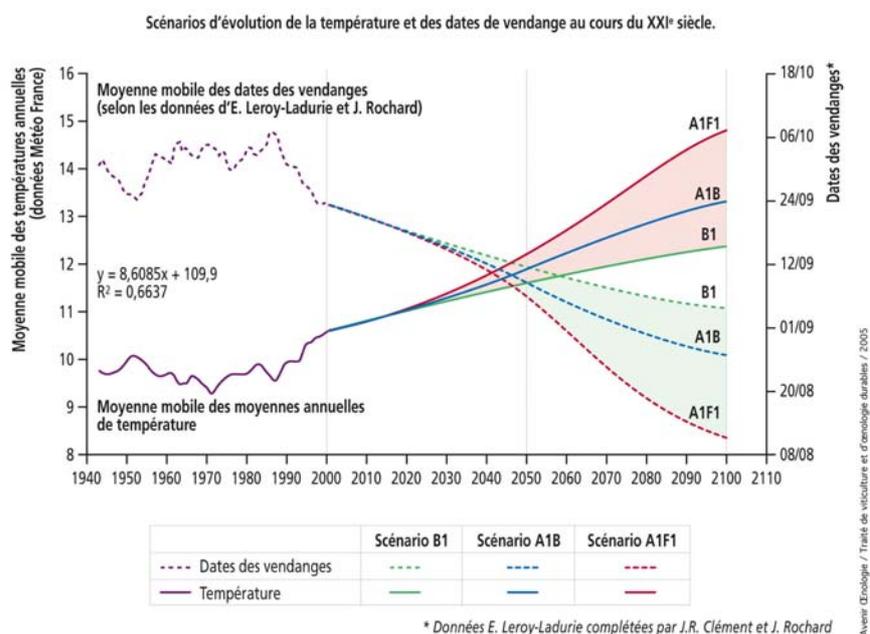
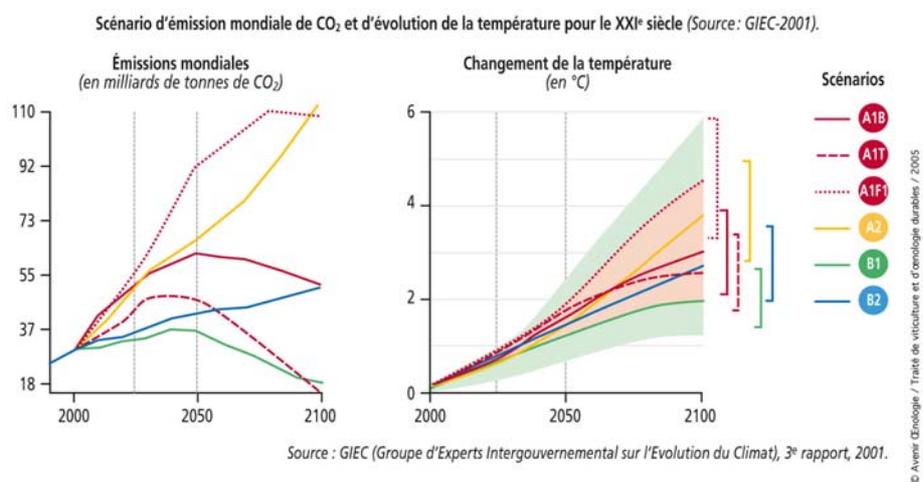
Effet de l'activité volcanique sur la température et les dates de vendange (J. Rochard et A. Srhijeri).



- Hypothèse d'évolution des dates de vendange

A partir de l'étude de la droite de régression des données historiques (depuis 1943), une projection dans le futur a été établie sur la base des scénarios d'évolution de température du GIEC.

Afin d'intégrer la variabilité des prévisions, les scénarios extrêmes (B1 et AF1) et le scénario médian (A1B) ont été retenus (courbe scénario d'évolution des émissions mondiales de CO₂ et de la température au cours du XXI^{ème} siècle).



Cette prospective aboutit pour la zone “réfèrent Bourgogne” à une date de vendange moyenne comprise entre le 6 et le 10 septembre en 2050 et entre le 14 août et le 4 septembre en 2100.

Ces dates peuvent servir d'indications pour des autres régions, en prenant en compte les écarts moyens par rapport au « référent Bourgogne » en fonction des caractéristiques climatiques locales, des cépages et du type de vin recherché.

- Discussion

La transposition pour le futur d'une tendance du passé est soumise à des incertitudes multiples. Elle a le mérite de formaliser de manière intelligible des évolutions difficiles à appréhender. Néanmoins, l'objectivité de la démarche suppose de la part des auteurs, l'identification des limites de la méthode.

- Incertitudes des scénarios climatiques

Sans entrer dans le détail des approches scientifiques, la variabilité des scénarios est liée d'une part à l'évaluation des effets anthropiques (évolution des technologies, croissance de la population mondiale, niveau de développement des différents pays) et de la réponse du système terre vis-à-vis d'une augmentation des gaz à effet de serre (répartition entre les différents compartiments de stockage de la planète) et des conséquences des autres facteurs de variations climatiques (astronomiques, aérosols, etc...)

- Variations locales

Les estimations de réchauffement utilisées pour cette étude sont établies à une échelle globale planétaire. Bien évidemment, la variation climatique locale peut être accentuée ou au contraire atténuée voire inversée (effet d'une limitation du "gulf stream" pour l'Europe de l'Ouest par exemple).

Il semble, d'après les études scientifiques les plus récentes que le réchauffement en cours de la France soit nettement supérieur à la moyenne mondiale estimée par les hypothèses du GIEC.

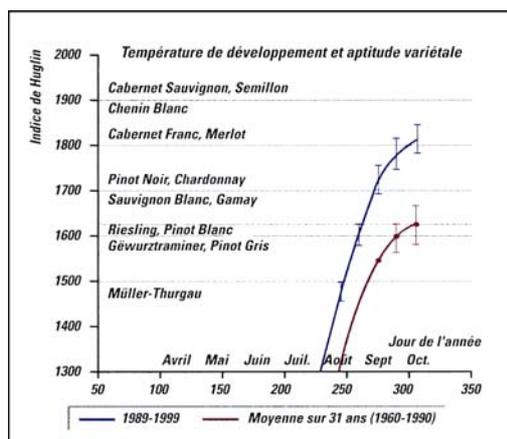
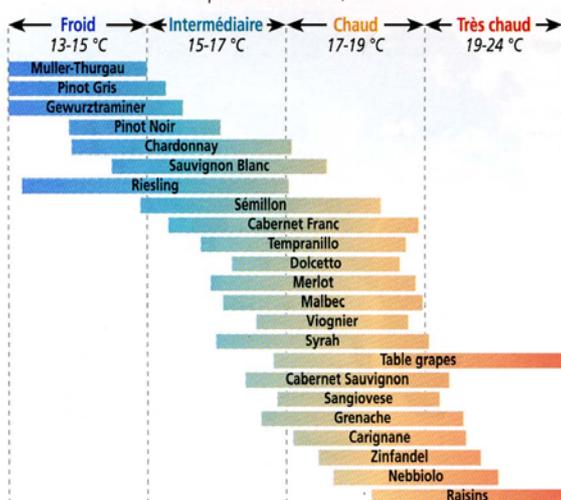
- Variations saisonnières

Globalement, la réponse biologique de la vigne est fondée sur une somme de températures "efficace" répartie sur la période du printemps et de l'été, formalisée par l'indice de Huglin. La prospective relative aux dates de récolte est basée sur une évolution des températures moyennes fournie par le GIEC. Selon la répartition du réchauffement entre les périodes hivernales et estivales, les conséquences concernant les dates de vendanges pourront varier pour un même niveau de réchauffement moyen annuel.

- Adaptation des pratiques viticoles

Le viticulteur peut adapter dans une certaine mesure les pratiques viticoles afin de limiter les effets du réchauffement. Ainsi, toute modification du mode de conduite voire du cépage, peut contribuer à une variation des dates de vendange par rapport à une estimation basée sur les conditions actuelles de production.

Optimum de culture de différents cépages en fonction de la température moyenne pendant la période de développement végétatif (avril à octobre dans l'hémisphère Nord; octobre à avril dans l'hémisphère Sud).
D'après G. Jones et al., 2004.



ÉVOLUTION POSSIBLE DE L'ENCÉPAGEMENT POUR LE VIGNOBLE DE GEISENHEIM
D'après H. Schultz

2 Observatoire phénologique : projet ARVCLIM

2.1 Principaux objectifs

Le projet a pour objectif d'apporter une aide aux producteurs arboricoles et viticoles français face au changement climatique : situation, prévention, adaptation. Il vise également la modélisation et l'évaluation de l'impact des changements climatiques

L'objectif du projet est d'associer les Instituts Techniques et les acteurs de la recherche : CTIFL (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes), ITV France, INRA, CNRS, ACMG, CIRAME

2.2 Contexte

Depuis les années 1970, les premiers signes des perturbations de l'équilibre des milieux naturels liés au changement climatique sont observés. L'agriculture constitue un secteur particulièrement sensible : il participe à l'émission des gaz à effet de serre, subit l'impact des changements climatiques et peut aussi contribuer par certaines pratiques à la réduction de ces gaz dans l'atmosphère.

Parmi les productions agricoles françaises, l'arboriculture fruitière et la viticulture, filières essentielles en termes économiques, de ressources nutritionnelles et de patrimoine paysager (bassins de production), sont soumises aux impacts et conséquences du changement climatique. Des effets significatifs de ce changement climatique sont décelables dans les vergers et les vignes au niveau de leur qualité et de leur régularité (époque de floraison plus précoce, chute des bourgeons floraux, décalage de maturité, ...).

Malgré un niveau de technicité élevé, les producteurs français doivent faire face à des complications croissantes, en nombre et en complexité, tant sociales (recrutement de la main d'œuvre, ...), économiques (coûts de production, fruits de moins en moins valorisés malgré les critères de qualité exigeants, ...) que biologiques (variétés plus fragiles, ...). Les effets du changement climatique font craindre, dans un avenir proche, des difficultés supplémentaires d'adaptation au milieu et de gestion des sols et des eaux, pouvant conduire à accroître les irrégularités de production et bouleverser les spécificités régionales.

Il est donc urgent et primordial, à la fois pour répondre aux besoins des agriculteurs et aux attentes de la société, de dresser une situation comparée des évolutions phénologiques et climatiques, de conduire une analyse des conséquences agronomiques, de proposer des mesures de prévention et d'adaptation applicables au niveau national et régional, et enfin de retransmettre ces informations à tous les acteurs des filières arboricole et viticole.

A partir d'une analyse approfondie de la situation actuelle, des recherches sur la modélisation seront conduites (modèles climatiques adaptés aux conditions régionales), afin d'établir des prévisions d'évolution phénologique à moyen terme sur la base de ces modèles et de scénarios probables d'évolution climatique.

Ces résultats seront exploités pour offrir à la profession des solutions à travers un site Internet d'information tant sur les choix variétaux, les itinéraires techniques et la localisation des vergers et des vignes et l'anticipation des dégâts climatiques.

2.3 Observatoire

L'objectif est d'observer dans des conditions standardisées, la phénologie de la vigne, à partir d'un réseau de parcelles représentatives des cépages et régions viticoles. Le choix porte prioritairement sur des parcelles, pour lesquels des données phénologiques historiques fiables sont disponibles et qui présentent une forte probabilité de pérennité des suivis.

L'observatoire s'appuie sur le réseau Phénoclim développé par l'INRA avec en complément des parcelles d'exploitation ou de domaines qui ont fait l'objet d'un suivi depuis plusieurs décennies :

Les observations concernent principalement les stades de la vigne (50% de fleurs ouvertes), floraison (50% de fleurs ouvertes), véraison (50% des baies verrées), vendanges. Ces données seront répertoriées annuellement selon le protocole de la base de données Phénoclim.

Parallèlement, d'autres observations phénologiques, une caractérisation de la maturation des moûts ainsi qu'une modification des caractéristiques de l'année pourront être notifiées (rendement, accident climatique, maladies, etc...). Ces données feront l'objet d'une traçabilité et d'un archivage.

Les données météorologiques seront choisies dans des stations en fonction, d'une part de la proximité des parcelles et d'autre part de l'accessibilité aux informations (coût, enregistrement automatique).

A partir des données répertoriées par l'observatoire (phénologie et météorologie) et des scénarios d'évolution climatique, il est prévu de modéliser et simuler un certain nombre de paramètres associés à la physiologie de la vigne :

- stade clés du développement de la vigne et des arbres fruitiers
- Prévision de gel
- Vendange

Conclusion

La prospective est un exercice difficile, soumis à de nombreuses incertitudes, en particulier pour le climat, influencé par des facteurs indépendants, ce qui justifie la prudence dans l'interprétation des évolutions. Néanmoins, le réchauffement semble inéluctable. Au regard des évolutions actuelles prévues depuis une quinzaine d'années, pour une évolution de l'ordre de 0.5°C, il paraît plausible d'imaginer des changements significatifs concernant les itinéraires viticoles et oenologiques au cours des prochaines décennies.

L'histoire de l'humanité, associée au développement des sciences s'inscrivait jusqu'à présent dans un contexte expansionniste. Toute avancée scientifique offrait des nouvelles perspectives de développement qui semblaient sans limite. Force est de constater maintenant que les capacités d'adaptation de notre planète ne sont pas infinies.

Ainsi, nos terroirs et chacun d'entre nous seront demain soumis à un effet de « boomerang planétaire », lié directement à l'effet cumulatif de nos comportements individuels.

Ce débat complexe, soumis à de nombreuses incertitudes, s'enrichit d'un regard historique pertinent. Si le vin a été initiateur dans la compréhension scientifique de la microbiologie, grâce aux travaux de Pasteur, la vigne pourrait bien éclairer, grâce à l'analyse du ban de vendanges, l'évolution passée et future du climat.

La viticulture peut alimenter, au travers d'un réseau parcellaire international, avec des conditions standardisées de suivi, un observatoire, au même titre que celui sur la fonte des glaciers ou de la banquise et s'inscrirait dans les outils de pilotage du développement durable.

Cet observatoire constituerait ainsi une mémoire viticole précieuse pour les organismes internationaux de prévision climatique et les futures générations de vignerons.

Bibliographie

Articles

AGENIS-NEVERS M., Impact du changement climatique sur le climat ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique), site Internet :

<http://www.ecologie.gouv.fr>

CLEMENT J.R., *Utilisation de la vigne comme indicateur biologique des modifications climatiques : application aux dates de vendanges*, Rapport de stage DNO Reims, 2004.

LEGRAND, J.P. ; *Fluctuations météorologiques, vendanges et activité solaire*, 1977, La météorologie, 1ère partie, VI, 9, 73p.

LEGRAND, J.P. ; *Fluctuations météorologiques, vendanges et activité solaire*, 1978, La météorologie, VI, 12.

ROCHARD, Joël ; FOURNY, Nadège ; *Les vignes de l'extrême*, 2000, Revue des Œnologues, n° 96, 49-50.

ROCHARD, Joël ; STEVEZ, Laurence ; FOURNY, Nadège ; *Evolution du climat et viticulture*, Juillet et octobre 2001, Revue des Œnologues, n°s 100 et 101.

ROCHARD, Joël ; STEVEZ, Laurence ; *Changements climatiques, perspectives pour la viticulture*, Revue des Œnologues n°110, janvier 2004

SEGUIN B., STEVEZ L., HERBIN C., ROCHARD J., Changements climatiques : perspectives pour la viticulture, conséquences potentielles d'une modification du climat pour la viticulture, Revue des œnologues n°111, avril 2004

SCHULTZ, Hans ; LOHNERTZ, O. ; BETTNER, W. ; BALO, B. ; LINSENMEIER, A. ; JAHNISCH, A. ; MULLER, M. ; GAUBATZ, B. ; VARADI, G. ; *Is grape composition affected by current levels of UV-B radiation ?*, 1998, Vitis, n°37, p 191-192.

SCHULTZ, Hans ; *A dynamic physiological model of grapevine gas exchange*, 1993, Vit. Enol. Sci 48, p 86-89.

SCHULTZ, Hans ; *Changement climatique et viticulture : point de vue européen sur la climatologie, le dioxyde de carbone et les conséquences des UVB*. 2000, Mondiaiviti, Bordeaux.

SCHULTZ, Hans ; *Climate change and its possible effects on viticulture*, 1996, GESCO, Budapest, p 221-226.

Livres

HUGLIN, Pierre ; *Biologie et écologie de la vigne*, 1986, Lavoisier.

JACKSON D.; monographs in Cool Climate Viticulture 2-Climate, 2001, édition Daphne Brasell Associate, Ltd

JANCOVICI Jean-Marc ; *L'avenir climatique, quel temps ferons-nous ?*, Editions du Seuil, mars 2002.

JONES G.V., White, M.A., and Cooper, O.R., *Climate change and global wine quality submitted to climatic change*, 2003

LEROY-LADURIE E.; *Histoire du climat depuis l'an mil*, 1983, éditions Champs Flammarion

LEROY-LADURIE E.; *Vin et vendanges à travers les siècles*; colloque vins de France, une culture en mouvement. Groupe d'étude viticole de l'Assemblée Nationale; 2003.

ROCHARD J. ; *Traité de viticulture et d'œnologie durables*, 2005, éditions avenir oenologie