

Entretiens du Beaujolais

une matinée technique pour préparer demain



Changement climatique Quel futur pour le Beaujolais ?

Changement climatique. Quand la connaissance nous oblige à agir

A la veille de la « marche du siècle pour le climat » et du Climate Change Leadership, Conférence mondiale sur l'impact du changement climatique sur la filière vin, à Porto, la semaine dernière, cette nouvelle édition des Entretiens du Beaujolais, la 28^{ème}, s'inscrit dans l'actualité « brûlante » !

La filière viticole, et plus particulièrement les vignerons, sont les témoins privilégiés des changements climatiques et du réchauffement global. La vigne est en effet un marqueur précis et historique souvent pris en exemple pour montrer ce phénomène à travers l'évolution de la date des vendanges.

Si à ce jour, en Beaujolais, ces changements, accompagnés également de pratiques viticoles différentes, ont contribué à la mise en marché de millésimes reconnus pour leur grande qualité, les projections pour le milieu et la fin de siècle indiquent des bouleversements d'une tout autre ampleur. Saurons-nous nous-y adapter ? Pouvons-nous limiter et circonscrire cette évolution pour préserver la viticulture et la qualité des vins du Beaujolais ? La SICAREX Beaujolais, l'IFV et leurs partenaires techniques travaillent pour vous fournir des réponses et des solutions.

Les différentes interventions de cette matinée sont l'occasion d'objectiver et de s'approprier les changements en cours, d'évaluer les leviers possibles d'adaptation dans le cadre de contraintes des AOP du Beaujolais, ses sols et ses coteaux, mais aussi et surtout de cheminer vers notre devoir « d'atténuation ».



Parce qu'un vigneron averti en vaut deux, en réduisant le nombre d'inconnues, la résolution de l'équation du Beaujolais du futur devient possible :

$$\text{Humain} \sqrt{\frac{\text{Transition Ecologique} + \text{Changement Climatique}}{\text{Performance Economique}}} = \text{Viticulture Responsable}$$

Bertrand CHATELET, IFV, directeur de la SICAREX Beaujolais

Sommaire

Edito. Changement climatique, quand la connaissance nous oblige à agir	2
LACCAVE. Une vision prospective de la filière vigne et vin en 2050	4
Changement climatique, observations et modélisations	7
Quel climat pour le Beaujolais en 2080 ? Présentation des projections climatiques de l'étude ClimA-XXI	8
Les conséquences observées sur la phénologie et la qualité des raisins	10
Nos sols face aux changements climatiques. Histoires d'eau	12
Travaux initiés par la SICAREX Beaujolais sur le risque de manque d'eau pour la vigne en lien avec le changement climatique	16
Evolution de l'encépagement en Beaujolais face au changement climatique	17
Les solutions techniques pour la gestion de l'acidité et des micro-organismes contaminants	20
Tous acteurs ! Des outils pour guider le changement. Contribuer à l'atténuation du changement climatique	21
En savoir plus	26

Le programme LACCAVE piloté par l'INRA. Une vision prospective de la filière vigne et vin en 2050

Projet réalisé par Hervé Hannin, Montpellier SupAgro (herve.hannin@supagro.fr) et Jean-Marc Touzard, INRA (jean-marc.touzard@inra.fr)
Projet présenté par Valérie Lempereur, IFV (valerie.lempereur@vignevin.com)

Une démarche prospective dans le cadre du programme de recherche LACCAVE

Pour étudier les impacts du changement climatique et les adaptations potentielles du secteur vitivinicole français, l'INRA a mis en place entre 2012 et 2016 le projet LACCAVE, au sein d'un programme plus large sur l'Adaptation au Changement Climatique de l'Agriculture et de la Forêt (métaprogramme ACCAF). Ce projet a associé des chercheurs de plusieurs disciplines (climatologie, génétique, agronomie, œnologie, économique, sociologie...), issus de vingt-trois équipes de l'INRA, du CNRS, d'universités et d'écoles d'ingénieurs.

Une des opérations phare du projet LACCAVE a été la conduite d'un exercice de prospective. Ses objectifs étaient :

- identifier et explorer différentes stratégies d'adaptation pour la viticulture française dans un contexte de changement climatique, à l'horizon 2050 ;
- tester une méthode pour élaborer des « chemins » favorisant la mise en œuvre de ces stratégies d'adaptation ;

- développer une vision commune et des pratiques de travail en réseau entre chercheurs et organisations de la filière.

Cette prospective a été réalisée par une « cellule d'animation » réunissant des chercheurs et des experts de l'INRA, Montpellier SupAgro et d'organismes publics de l'accompagnement de la filière viti-vinicole française (INAO et FranceAgriMer). La cellule a travaillé à l'identification des stratégies d'adaptation envisageables pour le système vignes et vins français face au changement climatique et à l'élaboration de chemins concourant à la mise en œuvre de ces stratégies.

La prospective est un exercice collectif qui consiste à éclairer l'avenir en identifiant des « futurs possibles » sur la base de différents scénarios et de l'analyse de leurs conséquences.

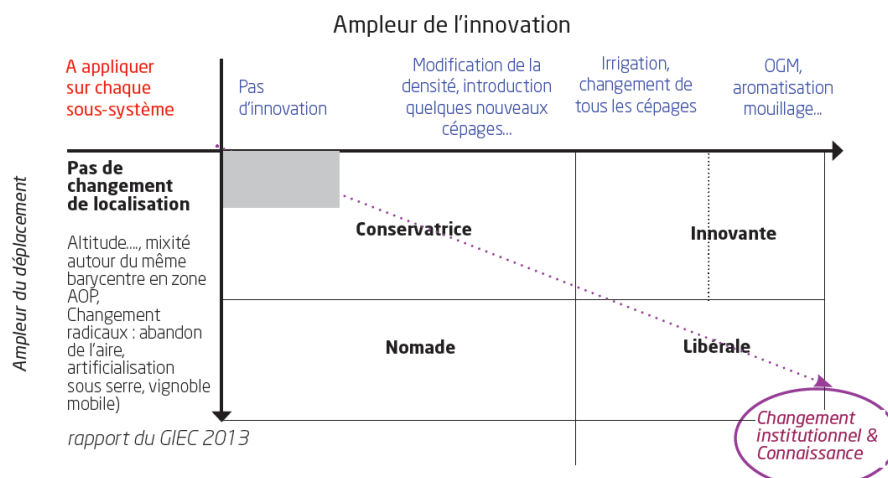
Les quatre stratégies d'adaptation issues du programme LACCAVE

Des stratégies d'adaptation ont été définies en croisant deux axes d'actions, jugés structurants pour le système vignes et vins :

a) le choix de localisation des vignes qui peut varier d'un maintien strict dans le périmètre des vignobles actuels, jusqu'à un déplacement important (abandon et création de régions viticoles), en passant par des relocalisations au sein ou aux frontières d'une aire de production. Cette mobilité permet de retrouver des conditions climatiques « plus favorables » ailleurs (selon

l'altitude, la longitude, en tenant compte des types de sols...);

b) l'innovation (notamment viticole et œnologique) pouvant avoir différentes intensités, depuis la prolongation d'innovations actuelles, jusqu'à des innovations de rupture (biotechnologies, OGM, association avec d'autres cultures voire avec des panneaux solaires...). Les innovations techniques permettent de modifier le fonctionnement du système vignes et vins en atténuant les impacts ou en tirant profit du changement climatique.



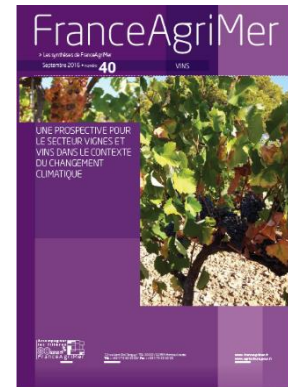
Les changements institutionnels et la construction de nouvelles connaissances, qui sont d'autres volets de l'adaptation, ont été considérés comme pouvant être associés à ces deux types d'action.

Le croisement de ces deux axes d'action permet d'identifier quatre stratégies d'adaptation à l'horizon 2050 :

- la stratégie « **conservatrice** » qui n'intègre que des changements à la marge dans les vignobles actuels;
- la stratégie « **innovante** » qui ouvre les vignobles à une large gamme d'innovations techniques, permettant de maintenir globalement les localisations actuelles ;
- la stratégie « **nomade** » qui donne la priorité à la relocalisation des vignobles en fonction des nouvelles conditions climatiques ;
- la stratégie « **libérale** » qui permet de tester une situation où « tout est possible partout ».

Il a ensuite été identifié 4 chemins d'adaptation éponymes, conduisant respectivement aux 4 stratégies exposées ci-dessus.

La méthodologie ainsi que la description des quatre stratégies sont détaillées dans le document « une prospective pour le secteur vignes et vins dans le contexte du changement climatique » rédigé par la cellule d'animation et édité par FranceAgriMer en septembre 2016.



<https://www6.inra.fr/laccave/Prospective>

Forums participatifs dans six régions viticoles dont Macon

En 2016 et 2017, ces quatre stratégies et les chemins y conduisant ont été présentés à 600 acteurs de la filière lors de forums participatifs organisés dans 6 grandes régions viticoles : Bordeaux, Epernay, Mâcon, Montpellier, Avignon et Colmar. Les acteurs professionnels se sont exprimés sur les conséquences et enjeux de ces trajectoires et sur leurs préférences quant aux attitudes stratégiques à adopter.

Le forum prospectif de Mâcon a été organisé par le BIVB, Inter Beaujolais, le Pôle Bourgogne Vigne et Vin de l'Université de Bourgogne et l'IFV, et s'est déroulé le 28 mars 2017. Les résultats de la question « quelles techniques (culturelles & œnologiques) ont été modifiées ? » sont synthétisés dans le tableau suivant.



	Chemin vers la stratégie conservatrice	Chemin vers la stratégie innovante	Chemin vers la stratégie nomade	Chemin vers la stratégie libérale
	<ul style="list-style-type: none"> -Valorisation de la diversité clonale et variétale -Nouveaux porte-greffes -Arrêt de la chaptalisation -Evolutions techniques (mécanisation, modes de conduite...) -Replantation des coteaux 	<ul style="list-style-type: none"> -Evolution du matériel végétal, maintien des cépages actuels -Evolution des cahiers des charges, couverture des sols -Viticulture de précision, viticulture à bas niveaux d'intrants -Robotisation, mécanisation de la récolte -Stockage de carbone dans les sols, développement de l'agroforesterie, de haies -Déplacement des zones de production dans les aires délimitées -Solutions œnologiques correctives -Vins respectueux de l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> -Développement des variétés résistantes et adaptées à la sécheresse -Renouvellement rapide du vignoble -Développement des techniques de réduction de doses, de travail du sol... pour la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires 	<ul style="list-style-type: none"> -Mécanisation -Irrigation -Variétés résistantes -Développement des automatismes (pilotage des vinifications, culture de la vigne) -Développement du bio à moindre coût -Réduction des coûts de production : moins de main d'œuvre, plus de rendement, efficacité énergétique
	<ul style="list-style-type: none"> -Modification des pratiques -Rendements faibles favorisés. -Disparition de parcelles 	<ul style="list-style-type: none"> -Développement de nouvelles pratiques œnologiques (désalcoolisation, acidification, nouvelles levures...) -Développement de cépages résistants dépend du type de produit 	<ul style="list-style-type: none"> -Adaptation des pratiques culturelles à de nouveaux territoires 	<ul style="list-style-type: none"> -Innovation privée -Aromatisation -Irrigation -Surgreffage -Robotique -Culture hydroponique
	<ul style="list-style-type: none"> -Moins de vignes plantées -Baisse de rendements et de volumes -Augmentation des contraintes en coteaux -Accès à l'eau difficile -Difficulté de vinification de raisins de grande diversité -Plus d'œnotourisme que de vin ! 	<ul style="list-style-type: none"> -Baisse de la présence de certains cépages locaux -Evolution des caractéristiques des produits, notamment avec développement de techniques de désalcoolisation, notamment pour AOP -Effet millésime gommé, avec produit + marqué par technique 	<ul style="list-style-type: none"> -Nouvelles pratiques : assemblage, désalcoolisation -Influence de l'aval sur cahiers des charges -Délai d'inclusion des nouvelles variétés dans les cahiers des charges -Nouvelle région -> essais/ erreurs -Perte du terroir -Produit « industriel », haut rendement, désalcoolisé, nouvelles pratiques d'assemblage 	<ul style="list-style-type: none"> -Nouveau produit à base de vin, considéré comme un produit agroalimentaire, perte de typicité, industrialisation -Innovation dirigée par le profit par des entreprises privées, favorisant la productivité -Risques pour les ressources

Une fois l'analyse des enjeux et conséquences réalisée, les participants se sont prononcés sur les attitudes stratégiques à adopter face à ces 4 stratégies futures possibles. Lors du forum de Mâcon, près de 47% des participants ont considéré qu'il fallait défavoriser la stratégie conservatrice et plus de 82% ont exprimé le souhait de

favoriser la stratégie innovante. Ils ont rejeté fortement la stratégie nomade mais près de 27% considèrent qu'il faut être attentif face à sa mise en place potentielle. Enfin, plus de 50% ont considéré qu'il fallait agir pour empêcher l'advenue de la stratégie libérale.

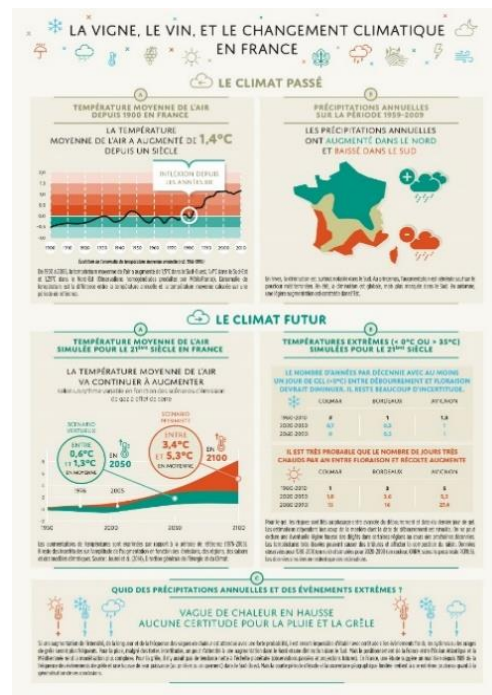
	Proactivité positive	Proactivité négative	Réactivité anticipée	Veille	∅
Chemin vers la stratégie conservatrice	7.5 %	47.5 %	25 %	17.5 %	2.5 %
Chemin vers la stratégie innovante	82.5 %	0 %	15 %	2.5 %	0 %
Chemin vers la stratégie nomade	5 %	35 %	32.5 %	27.5 %	0 %
Chemin vers la stratégie libérale	7.5 %	50 %	15 %	25 %	2.5 %

L'ensemble des résultats peut être retrouvé sur le site <https://www6.inra.fr/laccave/Prospective>

Stratégie nationale articulée avec les régions

Début 2017, un groupe national dédié au changement climatique, présidé par Bernard ANGELRAS, a démarré ses travaux. En novembre 2018, les comités nationaux de l'INAO et le Conseil spécialisé de FranceAgriMer ont validé le principe d'une stratégie nationale de la filière viticole face au changement climatique élaborée sur la base des propositions d'actions collectées en région par le programme LACCAVE. La stratégie retenue reposera sur une combinaison de leviers « préservant les fondamentaux de la filière favorisant l'innovation, limitant la migration des vignobles et rejetant l'approche libérale ». Cette stratégie nationale, doit être co-construite en 2019 en articulation avec les régions dont certaines ont déjà engagé des actions. L'IFV participe à ce groupe de travail dont l'animation scientifique est assurée par la cellule d'animation prospective du programme Laccave 2.21.

Suite aux nombreux échanges en régions et au sein du groupe de travail national, le groupe de travail a ainsi identifié les leviers stratégiques et les actions concrètes mobilisables qui devront constituer le cadre stratégique souhaitable commandé par les instances de la filière. Un travail de hiérarchisation a permis de distinguer entre les initiatives à mettre en place au plus tôt et celles s'inscrivant dans des mesures déjà en cours dans la filière à différentes échelles (locales, régionales...) et dans différentes organisations (ODG, interprofessions, IFV...).



Infographie sur la vigne, le vin et le changement climatique en France réalisé par l'INRA dans le cadre du projet Laccave

Avec la contribution de Patrick Aigrain (FranceAgriMer), Benjamin Bois (Université de Bourgogne), Françoise Brugière (FranceAgriMer), Eric Duchêne (INRA), Inaki Garcia de Cortazar-Atauri (INRA), Jacques Gautier (INAO), Eric Giraud-Héraud (Université de Bordeaux), Roy Hammond (INRA), Nathalie Ollat (INRA).

Changement climatique : observations et modélisations

Sébastien Zito, Centre de Recherche de Climatologie, Université de Bourgogne (sebastien.zito@u-bourgogne.fr)

Dans le dernier rapport du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat 2013), une des conclusions est claire, les activités humaines, notamment l'usage des énergies fossiles, a conduit à une hausse exceptionnelle de la concentration des gaz à effet de serre transformant le climat à un rythme jamais vu par le passé. La quantité de gaz à effet de serre émis dans l'atmosphère a doublé depuis les années 1970, provoquant un réchauffement global à la surface de la Terre de 0,82°C. Ces observations se basent sur des mesures en laboratoire, des observations de l'atmosphère et des océans au sol et par satellites. Les projections futures du climat sont quant à elles réalisées par un ensemble de modèles climatiques simulant le climat à l'échelle de la Terre. Selon les différentes trajectoires (concentration future de l'atmosphère en CO₂), ces modèles simulent une augmentation globale de 1 à 3,7 °C pour la fin du 21^{ème} siècle.

Quel climat pour le Beaujolais en 2080 ? Présentation des projections climatiques de l'étude ClimA-XXI

Nina Chignac, Chambre d'Agriculture du Rhône (nina.chignac@rhone.chambagri.fr)

A partir des travaux de Frédéric Lavrault (APCA) et Nicolas Besset (Chambre d'Agriculture du Rhône)

Contexte

La première décennie du XXIème siècle a été la plus chaude observée depuis la mise en place des systèmes modernes de relevés. Cette décennie a aussi été marquée par des phénomènes climatiques et météorologiques extrêmes.

Toute la communauté scientifique s'accorde autour du fait que nous sommes face à une évolution évidente du climat. On observe une rupture climatique en 1987, année à partir de laquelle les températures annuelles moyennes augmentent significativement.

Dans ce contexte, l'outil ClimA-XXI (Climat et Agriculture au XXIème siècle) a pour but de faciliter la perception du changement climatique. L'agriculture étant particulièrement dépendante du climat, il doit favoriser la prise de conscience collective grâce à la simulation de l'évolution d'indicateurs climatiques (comme la température moyenne annuelle) et agro-climatiques (l'indice de Winkler par exemple) pour les prochaines décennies et à l'échelle locale.

En effet, l'étude de ces indicateurs pour les années futures permet d'identifier les contraintes climatiques auxquelles le monde agricole devra faire face, d'analyser la

pérennité des productions agricoles et ainsi pousser les exploitants à une réflexion autour d'une mutation et de l'adaptation des systèmes de productions.

Elaborée à partir du modèle ALADIN de Météo France qui offre une précision de 8km et du scénario SRES A1B (Special Report on Emissions Scenarios – A1 = croissance économique rapide 1,4 – 6,4°C ; B = Durabilité environnementale 1,1 – 2,9°C), les projections sont réalisées à l'échelle communale pour les années 1970, 2030 et 2080 et pour des types de cultures différents.

Pour la viticulture, l'étude réalisée par les étudiants d'UniLaSalle a concerné la zone de Liergues dans le Beaujolais.

Quelles évolutions attendues dans le Beaujolais ?

Toutes les données pour les différentes périodes ont été simulées. Puis la concordance entre les données simulées et les données réelles des années 1970 a été vérifiée pour valider le modèle ainsi que les simulations des années 2030 et 2080.

Indicateurs climatiques

Températures

On constate une augmentation moyenne de la température moyenne annuelle de l'ordre de 1,5 à 1,6°C dans les années 2030 et de 3,3 à 3,5°C dans les années 2080 par rapport aux années 1970. De plus, la variabilité interannuelle des températures moyennes annuelles s'accroît entre les années 70 et la fin du XXIème siècle. Une année considérée comme chaude durant les années 1970 (ex : 12,3 °C à Liergues) est plus fraîche qu'une année considérée comme froide durant les années 2080 (ex : 12,5 °C à Liergues).

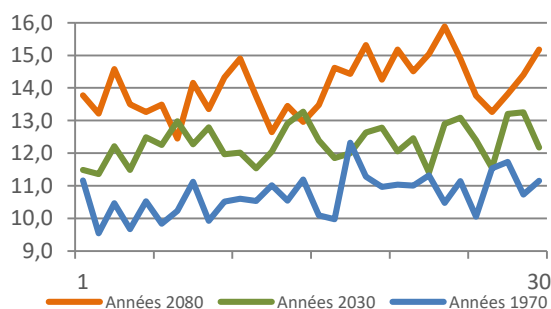


Figure 1 : Projection des températures moyennes annuelles – années 1940, 2030, 2080 – site de Liergues

En ce qui concerne les températures moyennes mensuelles, l'accroissement s'observe pour tous les mois de l'année. Le profil thermique de l'année conserve la même forme, janvier mois le plus froid et juillet mois le plus chaud. Le nombre de jours de gel va diminuer nettement passant de 40 jours de gel / an neuf années sur dix à 37 jours de gel par an une année sur cinq.

Précipitations

A Liergues, on observe un maintien des cumuls annuels de pluie entre 1970 et 2030. Les médianes diminuent de 50 à 80 mm entre 2030 et 2080. La pluviométrie moyenne passe de 750 mm à 690 mm entre 1970 et 2080. Notons qu'à Romanèche elle passe de 810 à un peu plus de 700 mm !

On constate une baisse des précipitations moyennes mensuelles mais pas de façon homogène. Par rapport à 1970, les écarts entre mois s'accroissent.

Dans les années 2030, on constate une diminution des précipitations pour les mois de juillet et septembre ainsi qu'une hausse des précipitations pour le mois de juin.

Dans les années 2080, on constate une diminution des précipitations pour les mois de mai à septembre et décembre (- 130 mm) et une hausse des précipitations pour les mois de janvier à mars (+ 40 mm)

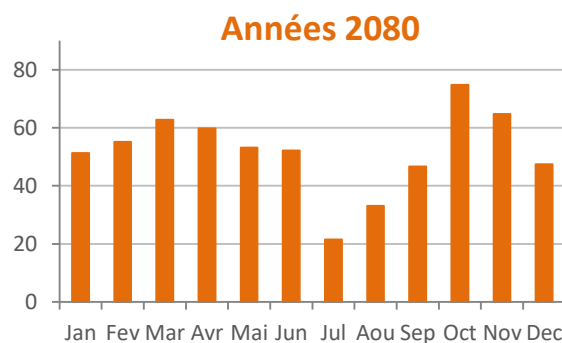
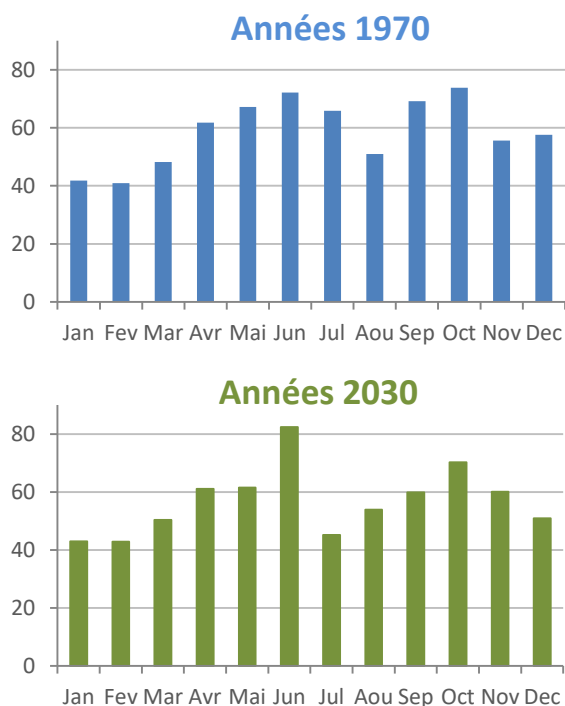


Figure 2 : Projection des précipitations moyennes mensuelles – années 1970, 2030, 2080 – site de Liergues

Indicateurs agro-climatiques

Ce sont des descripteurs adaptés aux problématiques agricoles et qui permettent d'analyser l'évolution de faisabilité de la production agricoles sous influence du changement climatique.

Indice de Winkler

L'indice des degrés jours de Winkler (Winkler *et al.*, 1974) se calcule sur la saison phénologique de la vigne, il s'agit de la somme de température base 10°C du 1er avril au 31 octobre. Il permet de connaître les besoins en chaleur de la plante pour le développement des différents stades (débourrement, floraison, véraison et maturité).

Cet indicateur voit sa valeur augmenter significativement de :

- + 340°C entre les années 1970 et les années 2030
→ cette évolution fait passer la zone du Beaujolais de la catégorie Winkler I à Winkler II (aujourd'hui équivalent à Carcassonne)

- + 435°C entre les années 2030 et les années 2080
→ passage dans la catégorie Winkler IV (aujourd'hui équivalent à Rivesaltes).

Les apports de chaleur nécessaires au passage des différents stades phénologiques sont atteints plus tôt dans la saison. Les dates de floraison et de récolte seront avancées.

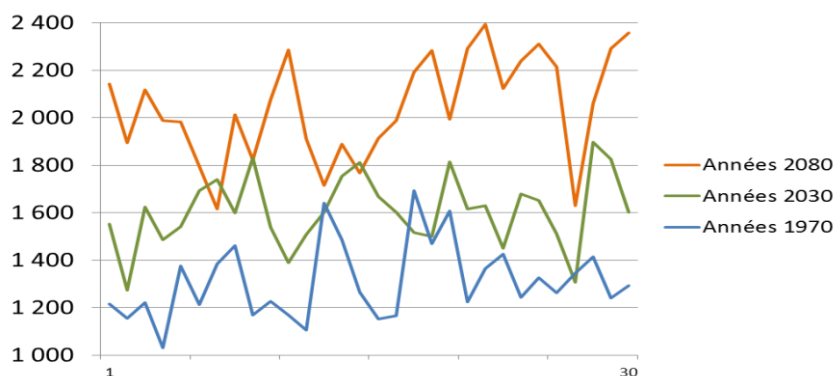


Figure 3 : Projection de la variation de l'indice de Winkler – années 1970, 2030, 2080 – site de Liergues

L'adaptation

L'adaptation est la modification apportée à un système agricole, destinée à préserver ou améliorer sa viabilité dans un contexte climatique futur différent de celui d'aujourd'hui. Ce travail permet de mieux appréhender les changements auxquels vont être confrontés les agriculteurs et donc d'envisager le plus tôt possible des mutations de leur système afin de pérenniser leur travail.

Les conséquences observées sur la phénologie et la qualité des raisins

Jean-Yves Cahurel, IFV (jean-yves.cahurel@vignevin.com)

Le changement climatique est déjà en place. Il est intéressant de voir comment il se traduit actuellement en Beaujolais sur le développement de la vigne (stades phénologiques) et la qualité des raisins.

Conséquences sur la phénologie

Les résultats présentés ici sont issus des observations réalisées sur le réseau Beaujolais Maturation et le réseau SICAREX, et sur les parcelles précoces durant la période 1971-2018. Des moyennes lissées sur 5 ans (moyenne des quatre années précédentes et de l'année considérée) ont été réalisées de façon à gommer en partie les variations d'une année sur l'autre, qui peuvent être importantes et observer ainsi les principales tendances de l'évolution des stades phénologiques.

Débourrement

La tendance est peu claire au vu des résultats bruts. Les moyennes lissées permettent de mettre en évidence une avancée importante du débourrement sur la période 1988-1994 avec un gain de 16 jours au final par rapport à la période précédente. Le débourrement a ensuite perdu en précocité jusqu'en 2010 puis a regagné en précocité pour être à peu près stable à partir de 2012, gagnant environ 5 jours par rapport à la période initiale 1971-1985.

Début de floraison

La tendance sur les résultats bruts est plus nette que pour le débourrement avec une avancée de ce stade avec les années. La tendance observée sur les moyennes lissées est identique à celle du débourrement mais avec une quasi-stabilisation après 1994 et jusqu'en 2012, une perte de précocité liée aux années 2013 et 2016, tardives, et de nouveau un gain de précocité avec les années précoces 2017 et 2018. Finalement le gain de précocité par rapport à la période initiale 1971-1985 est d'environ 11 jours.

Début de véraison (Cf. figure 1)

Comme pour le début floraison, la tendance sur les résultats bruts est plus nette que pour le débourrement et se traduit par une avancée de ce stade avec les années jusqu'en 2007. C'est ensuite plus diffus. La tendance observée sur les moyennes lissées paraît plus progressive que pour le début floraison, avec tout de même un gain de précocité important observé entre 1988 et 1992. L'évolution est ensuite plus lente, mais dans le même sens, jusqu'en 2007. La tendance est ensuite à une perte de précocité, aboutissant au final à un gain de précocité par rapport à la période initiale 1971-1985, équivalent à celui constaté pour le début floraison. La période 2007-2018 se caractérise tout de même par une grande variabilité des dates de ce stade, avec des années très précoces (2007, 2011, 2015, 2018) et des années beaucoup plus tardives (2010, 2012, 2013, 2016).

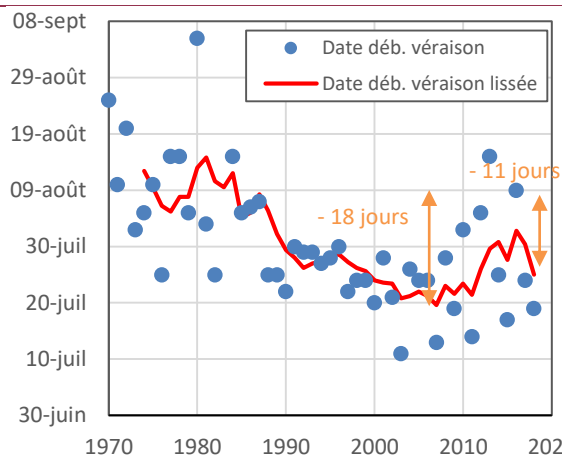


Figure 1 : Evolution du début de véraison depuis 1971 (parcelles précoces)

Ban des vendanges

Même si le ban des vendanges n'est pas un stade phénologique, c'est un indicateur intéressant de la précocité du millésime. Les tendances sont comparables à celles observées pour le début véraison, avec un gain un peu plus important au final par rapport à la période initiale 1971-1985 (13 jours). On retrouve en particulier la grande variabilité observée sur ces 12 dernières années : 6 millésimes avec un ban avant le 29 août et 5 millésimes avec un ban après le 8 septembre.

Mais les critères utilisés pour déterminer ce ban ont évolué au cours des années, notamment pour prendre en compte les potentialités du millésime mais également les exigences des consommateurs (vins plus colorés, moins acides). Le critère degré probable est ainsi passé de 10 % vol. lors de la mise en place du réseau Beaujolais Maturation en 1992, à 11,5-12 % vol. ces dernières années. De façon à pouvoir comparer les millésimes entre eux à partir de 1981, une date de ban des vendanges théorique a été déterminée à partir de la date à laquelle un degré moyen probable de 9,5 % vol. est atteint sur le réseau SICAREX (ce réseau a été privilégié du fait de son antériorité plus importante que celle du réseau Beaujolais Maturation). Une tendance à une avancée plus importante de la date de vendanges est alors observée (presqu'un mois par rapport à la période initiale 1971-1985). La période 2007-2017 est caractérisée par une stagnation relative de la date de ban théorique mais suivie d'un gain important de précocité en 2018. On peut donc dire que la modification des critères pris en compte pour la détermination du ban des vendanges est une

première adaptation au changement climatique en Beaujolais !

Conséquences sur la qualité des raisins

Les résultats présentés ici sont issus des analyses réalisées sur le réseau SICAREX durant la période 1966-2018. Comme pour les stades phénologiques, des moyennes lissées ont été calculées pour les différents paramètres de façon à atténuer la variabilité inter-millésime.

On ne constate pas de tendance claire sur le poids des baies et les teneurs en acide tartrique, potassium et anthocyanes (les analyses sur ce dernier paramètre étant toutefois récentes puisque réalisées depuis 2001).

Le degré probable à la vendange (figure 2) a augmenté en moyenne de 3,1 % vol. dans les 50 dernières années. L'augmentation a été assez régulière, même si une progression plus forte est notée ces dernières années.

L'acidité totale (Cf. figure 2) a diminué de 2,5 g H₂SO₄/l dans le même temps. Cette diminution a cependant surtout été importante avant 1986. Toutefois, on note, comme pour le degré probable, une accentuation de cette baisse ces dernières années.

La teneur en acide malique a également diminué, de 3,4 g/l sur ces 50 dernières années. La chute est plus régulière que pour l'acidité totale.

Le pH a augmenté de 0,17 unité de 1966 à 1991. Il semble stagner depuis, même si une augmentation semble s'amorcer ces dernières années.

Ainsi, de façon assez logique avec les critères mis en place pour la détermination du ban des vendanges (voir

plus haut), mais qui prennent en compte le changement climatique, le niveau de maturité atteint à la vendange a augmenté depuis 50 ans. Il semble toutefois que l'acidité totale et le pH soient moins affectés que le degré probable, ceci étant à relativiser par rapport aux résultats de ces dernières années.

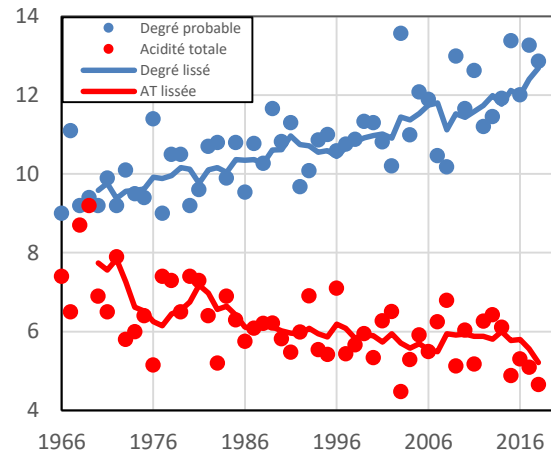


Figure 2 : Evolution du degré probable (% vol.) et de l'acidité totale (g H₂SO₄/l) des moûts depuis 1966

Conclusion

Le changement climatique n'est pas un phénomène nouveau et ses effets sont déjà perçus en Beaujolais à travers une précocité plus importante des dates des stades phénologiques (surtout floraison et véraison) et des caractéristiques des raisins (maturité plus avancée). Le changement climatique est donc plutôt bénéfique actuellement pour le Beaujolais, ce qui n'augure pas de ses retombées dans 30 ans...

Nos sols face aux changements climatiques. Histoires d'eau

Isabelle Letessier, SIGALES (contact@sigales.fr)

Pluviale, capillaire, utile, facilement utilisable, combien et avec quelle force l'eau est-elle retenue dans nos sols et pour nos vignes ? En quoi les modifications climatiques peuvent influencer sur le cycle de l'eau, sur les sols, et sur la végétation ?

Nous allons essayer de ne parler que les données et événements climatiques qui concernent les sols, illustrés ensuite par ceux du Beaujolais viticole en précisant au préalable quelques termes, et (ré)évaluerons le rôle des sols, rarement estimé à l'aune de sa réelle importance dans le déroulement du cycle de l'eau.

Quelques rappels sur l'eau et les sols

Le sol est un système poreux qui abrite entre 40 et 60% de vides susceptibles de contenir de l'eau et de l'air. C'est considérable puisque, sur une épaisseur de 1 mètre (très souvent dépassée en réalité) cela peut représenter entre 200 et plus de 2500 m³ par hectare, potentiellement occupés par l'eau. Cette énorme variabilité s'explique par les caractéristiques fondamentales d'un sol que sont : (1) sa profondeur 'utile' (2) son taux d'éléments grossiers (% cailloux, graviers, blocs), (3) sa texture (% sable-limon-argile) et sa teneur en matière organique (4), (5) sa structure (le mode d'assemblage des particules solides entre elles, qui ménage les vides plus ou moins pérennes) et son organisation verticale (en horizons différenciés) (6). Les mêmes paramètres jouent sur leur perméabilité, leur stabilité structurale (sous influence aussi du pH et du calcaire) et donc leur résistance à l'érosion.

Ce système présente plusieurs « classes » de pores, nous dirons 3 pour simplifier, où l'eau est retenue entre et dans les particules ou leurs agrégats, avec des forces différentes. Dans la porosité la plus fine (1), l'eau est retenue avec trop de force pour être « utile » à la végétation. L'eau capillaire (2) est susceptible de se déplacer du bas vers le haut, des zones humides vers les zones asséchées par les racines ou l'air, et enfin l'eau gravitaire des pores les plus gros (3) s'écoule vers la profondeur.

Par ailleurs le sol est un milieu complexe qui se modifie avec le temps. De nombreux sols, en évoluant (Nous parlons ici de durées longues, de milliers d'années) deviennent progressivement plus argileux et épais, au-dessus de leur matériau parental initial (qui donc « s'enfoncé »). La rapidité et l'intensité de cette évolution est fonction du climat (températures, répartition et cumuls des pluviométries).

« Les principaux types de sols du monde ont une répartition liée aux grandes zones climatiques de la planète » (JP Legros).

Les données climatiques à surveiller

Même si les cumuls de pluviométrie annuels ne montrent pas d'évolution significative, on doit attentivement regarder leur répartition saisonnière, le nombre de jours de pluies (>1 mm, >10 mm, >20 mm), de pluies efficaces*(entre 10 et 40mm/j), et les intensités maximales atteintes (Une demi-heure de pluie intense peut suffire à ravager un versant mal aménagé !).

Les conditions de stabilité des sols dans les pentes en particulier, changent donc lentement avec le temps, et pour un matériau parental donné, chaque type de sol est contraint par son climat, son « âge » et sa position topographique.

Il existe des effets de seuils, (profondeur X pente X quantité d'eau stockable X perméabilité), au-delà desquels un sol ne « tiendra » plus. Ces seuils sont d'autant plus bas qu'un horizon argileux peut jouer le rôle de « couche savon », ou que des strates rocheuses parallèles à la pente favorisent leur glissement. Une végétation bien couvrante joue certes un rôle stabilisateur (effet 'résille' des racines, atténuation de l'impact des gouttes, augmentation de la perméabilité) de même qu'une bonne couverture pierreuse. Mais un sol de pente forte, même forestier, ne peut s'épaissir indéfiniment : il sera régulièrement « rajeuni » par l'érosion, sauf s'il reste extrêmement perméable (sols très caillouteux des éboulis de pente) et s'il ne s'argilise pas trop en profondeur.

Enfin, il faut distinguer plusieurs types d'érosion :

- « En masse » : les glissements de terrain, depuis les « loupes » déformant les versants à substratum argileux ou marneux, jusqu'aux plus étendus et catastrophiques,
- « Linéaire » : les entailles dues au ruissellement qui deviennent rigoles puis ravines parfois métriques
- « En nappe » : la saturation de l'horizon superficiel sous l'effet de formation de croutes de battance le rend 'liquide et la terre part insidieusement avec l'eau qui ruisselle superficiellement.

Les deux premières sont plus spécifiques des zones de pente, mais la dernière peut se produire dans des secteurs très peu pentus, surtout sur sols nus.

**La notion de pluie « efficace » mérite une précision de taille : pour les hydrologues, c'est celle qui recharge les nappes ; Pour les agronomes, c'est la « fraction des précipitations qui contribue à reconstituer la réserve du sol en eau utilisable par les plantes cultivées ». (Donc qui ne recharge pas les nappes !). A une période donnée, on peut avoir des nappes mal rechargées*

et des sols bien pourvus, et à l'inverse des nappes bien remplies mais des épisodes de sécheresse pour les sols.

Ainsi, le nombre de jours de pluie efficace d'hivers (période de recharge des sols) semble décroître en

Languedoc (données Association Climatologique de l'Hérault).

La région Beaujolaise, typiquement au carrefour d'influences climatiques continentales et atlantiques, pourrait se « méditerranéiser » progressivement sans que sa pluviométrie annuelle ne change beaucoup.

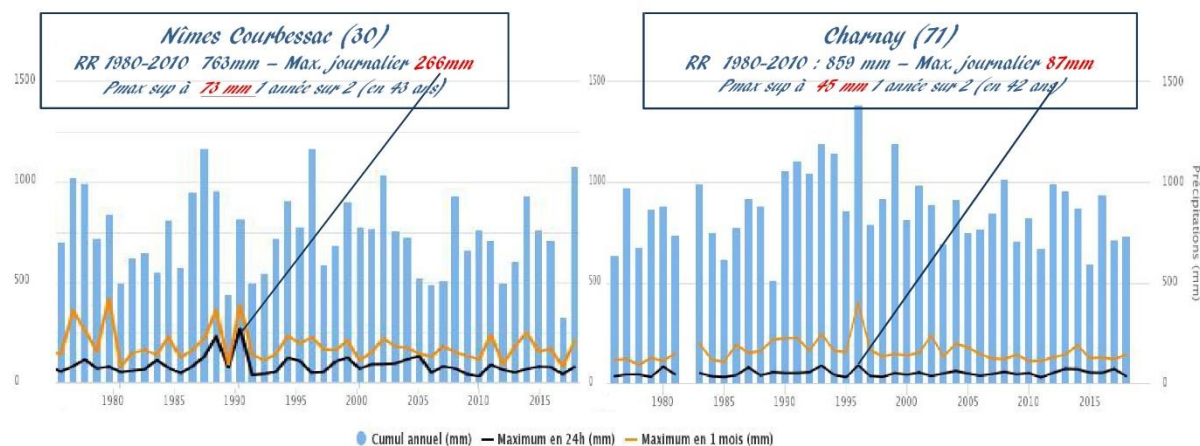


Figure 1 : Vers une agressivité plus grande du climat vis-à-vis des sols ?

Moins d'eau, aux périodes clefs ?

Dans ce cas, le réservoir utile, spécifique du sol, et qui varie, on le rappelle de 30 à 300 mm (litre par m²) sera la clef du franchissement plus ou moins facile de ces périodes. Cette donnée, peu modifiable, est bien sur prise en compte par les viticulteurs qui disposent de leviers pour en compenser la faiblesse (baisse de charge, diminution de la surface foliaire, changement de porte greffe voire de cépages, aménagement du profil de pente, mulch de

surface). Le recours à l'irrigation des plantiers, de plus en plus souvent envisagé, doit être cependant concilié avec la mise en place d'un enracinement profond, qui reste le meilleur garant d'un comportement résilient et autonome.

L'exemple proche des vignobles méditerranéens prouve que la vigne est capable de supporter des conditions climatiques bien plus difficiles. (Dans les faits, ce sont pas exactement les mêmes types de sols).

Trop d'eau ponctuellement, sur des sols de pente pas encore 'en équilibre' avec leur « nouveau régime pluviométrique » ?

Il faudrait distinguer les problèmes liés à l'intensité horaire (Energie dégradante des gouttes de pluies et dépassement de la vitesse d'infiltration), de ceux liés aux cumuls proprement dits, sans période de ressuyage.

Il n'est pas inutile de rappeler qu'un horizon superficiel saturé d'eau (transfert vers la profondeur pas assez rapide) devient imperméable, ce qui déclenche le ruissellement puis la formation de rigoles (décimétriques) voire de ravines (métriques).

Glissements en masse, érosion en ravines et en nappe, contribuent à l'appauvrissement des sols à l'amont (amincissement et élimination de l'horizon le plus humifère), tout ceci aggravant la perte en eau utile initiale liée au ruissellement, qui ne recharge pas les sols. En corollaire, l'aval subit les torrents de boue, le colmatage des émissaires, le lessivage des polluants vers les cours d'eau, sans que le sol ait pu jouer son rôle de filtre ou de dégradation, et l'augmentation de leur turbidité. C'est le revers visible et néfaste de la mise en place de ce nouvel « équilibre », si aménagements et évolutions des pratiques ne sont pas anticipés :

- raccourcissement des longueurs de pentes (créations de talus végétalisés, de murets),

- enherbement même peu couvrant des parcelles et des « chemins d'eau »,
- augmentation du taux de matière organique (qui améliore la stabilité des agrégats, l'activité biologique, la rétention en eau, la perméabilité, et qui, en prime, stocke du carbone !)
- entretien sans faille des réseaux de drainage et des fossés (engazonnés au deux-tiers)
- bassins de rétention,
- augmentation de la taille des bandes enherbées, entretien des ripisylves
- et d'une façon générale densification du maillage de la « mosaïque » paysagère).

Des actions complexes et coûteuses donc, qui sont déjà parfois très insuffisamment mises en œuvre dans les conditions actuelles ! Et force est de constater qu'il existe encore des « impasses techniques » puisque l'enherbement, idéalement le plus permanent possible pour les sols de pente, devient trop concurrentiel pour la vigne dans les cas limites de très faible réservoir. La recherche de la plante couvrante miracle et économique est d'ailleurs très active dans tous les vignobles de pente.

En cas de pluie « diluvienne » (Pmm/heure>25 mm, parfois moins selon les sols et leur niveau de remplissage, épisodes>150 mm) quelques

dizaines de mm en moins stockés par les sols et/ou non infiltrés, ce sont plusieurs dizaines de milliers de m³ de plus en bas des coteaux.

Dans le cas de précipitations sous forme de neige sur sol non gelé, si appréciées des agriculteurs, l'infiltration est optimale

car l'apport d'eau lors de la fonte est lent et le ruissellement est généralement faible. Mais fonte rapide ou pluie sur un sol encore gelé provoquent à l'inverse un ruissellement rapide. Et aurons-nous encore de la neige à Noël ?

Qu'en est-il pour le vignoble du Beaujolais ?

La très grande variété des situations du vignoble beaujolais est résumée et très simplifiée dans l'image ci-dessous. Les catégorisations en 15 classes, définies et cartographiées de façon beaucoup plus détaillée lors de l'étude des sols, menée de 2010 à 2018, sont ici très larges et regroupées en 10 couleurs pour plus de lisibilité à cette échelle.

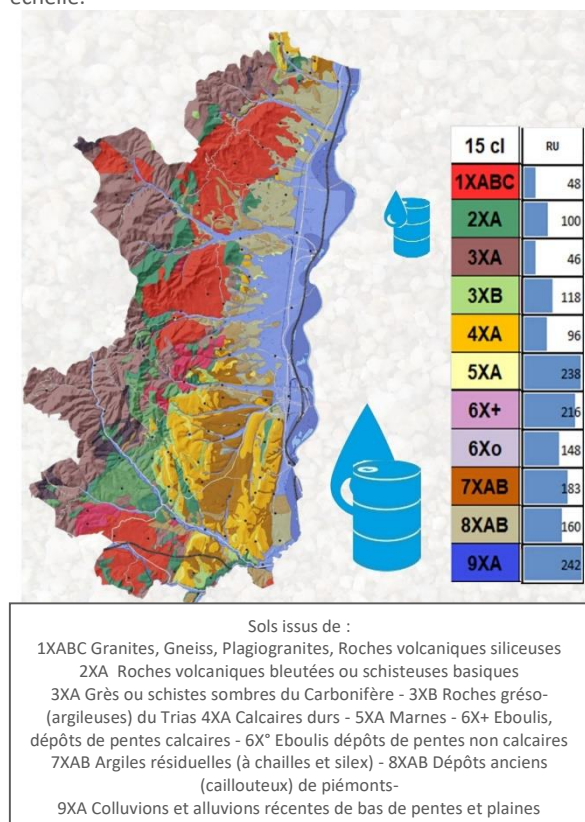


Figure 2 : Présentation simplifiée des gammes de réservoir en eau des sols.

Chaque chiffre médian de RU (réservoir utile) du tableau précédent doit être assorti d'un intervalle qui dépend de l'évolution et de l'épaississement du sol en chaque point, ainsi que de la variabilité du matériau parental (A l'exemple des zones des dépôts de piémont 8XA et alluvions 9XA, qui peuvent être caillouteuses ou non, sableuses ou non...)

Une meilleure segmentation est présentée ci-dessous pour les sols :

- de granite minces ou plus profonds, et argilisés ou non (1XA)
- de calcaire dur profonds ou non et décarbonatés ou non (4XA)

On voit que les médianes varient du simple au double dans une même grande classe.

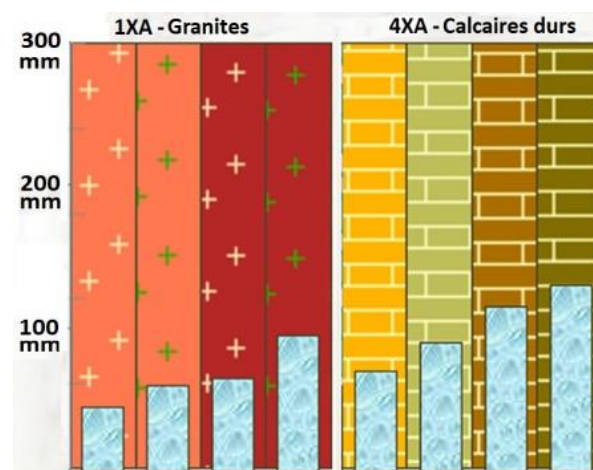


Figure 3 : Sols de granites ou calcaires (détailés en 25 classes)

A l'échelle communale

Pour mieux sentir la complexité de la question, on peut aussi présenter chaque commune comme disposant d'un « capital hydrique » plus ou moins sensible et résistant aux changements.

Voici (Cf. Figure 4) une série anonyme de 12 communes viticoles du Beaujolais qui comptent entre 400 et 300 ha de vigne, du haut vers le bas, et dont on a calculé la répartition des surfaces en termes de réservoirs hydriques à gauche et de classes de pentes (à droite).

La septième en partant du haut, est facile à reconnaître pour les connaisseurs du Beaujolais !

On imagine que la palette des leviers préventifs à encourager devra être finement ajustée aux risques.

- Pentes fortes, sols à faible RU, pauvres en matière organique, sur saprolite de granite → érosion linéaires, ravines,
- Pentes fortes, sols à RU moyenne ou forte et faible perméabilité sur marnes, ou sols lessivés sur les revers pentus des biefs → érosion en masse et en ravines
- Pentes modérées à faibles, sols lessivés battants peu caillouteux des sols de piémont → érosion en nappe, etc...

Et pour tous, augmentation probable de la durée des périodes de forte contrainte hydrique, pouvant devenir problématique pour certains des premiers.

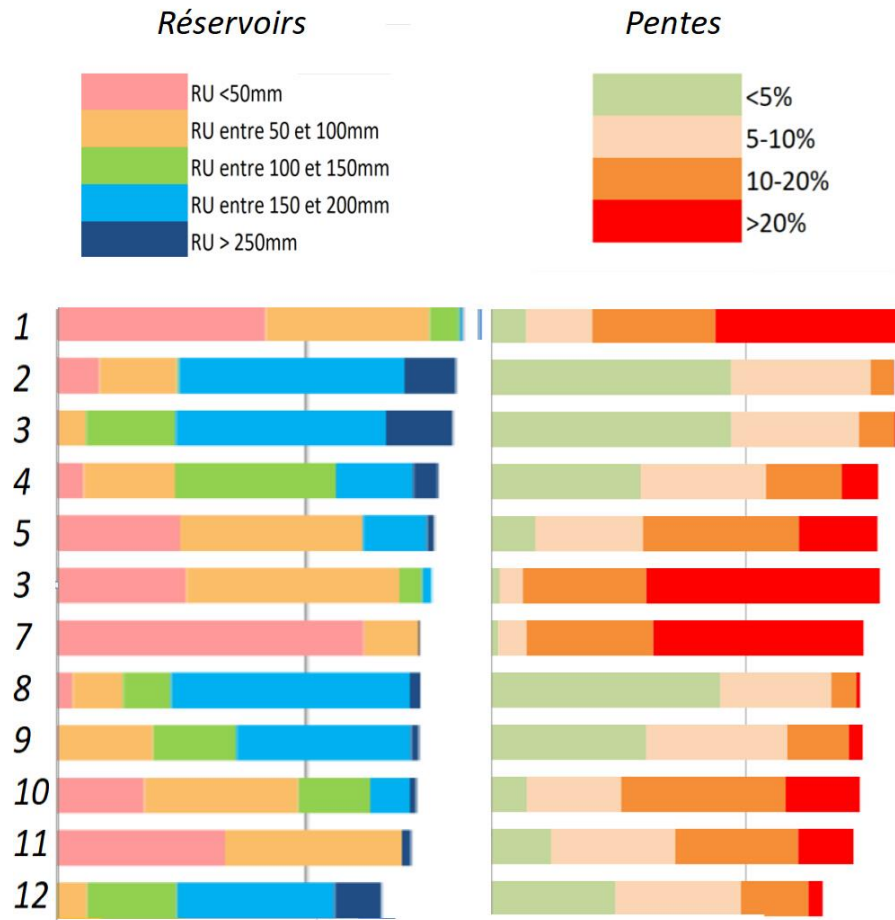


Figure 4 : Réervoirs hydriques et pentes – variabilité intra et inter communale

De la théorie à la réalité de terrain : quelques remarques complémentaires

Les sols de pentes issus du granite rose, emblématiques du Beaujolais, pourraient être rapidement tous regroupés dans la catégorie « sols très minces à très faible réservoir hydrique », et très sensibles à un changement de régime hydrique. Ils sont de plus très pauvres en matière organique pour la plupart. On constate cependant que des secteurs, pourtant apparemment très rocheux, se comportent bien en périodes très sèches. Présence de fractures qui peuvent conduire des filets d'eau dans des situations imprévues, et intensités très différentes de l'altération du granite en 'saprolite' plus ou moins argilisé, sont alors en jeu.

Le saprolite lui-même, poreux mais cohérent est assez résistant à l'érosion hydrique au contraire du mince sol sableux qui le masque.



Figure 5 : Un « massif granite » pas si massif

En conclusion

On martèlera encore, (comme chaque année) que si les généralités et les métaphores sont utiles pour faire comprendre l'importance des enjeux liés aux sols, la réalité très finement complexe de leur fonctionnement nécessite une grande présence sur le terrain, beaucoup d'acquisitions et d'échanges d'observations, ...et beaucoup de modestie. Les grandes « théories » (et les aménagements pratiques) doivent être adaptées pour chaque portion du territoire, à la mosaïque souterraine de la répartition des sols, de l'altération ou la fracturation des roches du « sous-sol », en plus de la « bonne santé », des horizons de surface, évidemment plus facile à surveiller, mais elle aussi relative au type de sol.

Travaux initiés par la SICAREX Beaujolais sur le risque de manque d'eau pour la vigne en lien avec le changement climatique

Jean-Yves Cahurel, IFV (jean-yves.cahurel@vignevin.com)

Réseau RU

L'étude du comportement de la vigne vis-à-vis de la contrainte hydrique, en fonction du type de sol, doit permettre de définir l'aptitude qualitative des parcelles ou encore la sensibilité des parcelles à la sécheresse et, par exemple, le conseil en termes de choix de l'entretien du sol (possibilité d'enherbement).

La relation entre l'estimation de la réserve utile (RU) et la sensibilité de la parcelle à la contrainte hydrique a été étudiée et montrée pour un certain nombre de vignobles. Toutefois, pour certains types de sol caractéristiques du Beaujolais (sols issus des roches et altérites cristallines, sols issus de roches volcaniques ou métamorphiques), cette validation reste à faire, l'estimation de la RU n'étant pas aisée, en particulier dans les parties rocheuses en décomposition où des racines vivantes sont

retrouvées. De plus, les parcelles en pente, fortement représentées en Beaujolais, peuvent avoir un comportement insolite du fait de l'apport d'eau de l'amont par ruissellement.

Dans cet objectif et suite au travail réalisé par le cabinet SIGALES, la SICAREX a donc mis en place en 2015 un réseau de 19 parcelles (réseau RU) réparties sur 3 grands types de sols (sols issus de roches cristallines ou volcanites acides du socle primaire, sols issus de roches volcano-sédimentaires métamorphiques plus ou moins schisteuses du socle primaire, formations superficielles de piémont : remaniements et dépôts alluviaux anciens) et présentant une gamme diversifiée de RU. Une première synthèse sera réalisée cette année, avec établissement de bilans hydriques avec le modèle WaLIS.

Irrigation

Des périodes de maturation sèches sont observées depuis 4 ans en Beaujolais, en lien avec le changement climatique, ce qui peut affecter le développement des jeunes vignes n'étant pas encore bien enracinées, plantées sur sols superficiels et granitiques principalement et leur rendement (très petites baies).

La SICAREX va mettre en place à partir de 2019 un essai d'irrigation de façon à pallier ces problèmes de

sécheresse et obtenir un rendement convenable, tout en conservant une qualité irréprochable. Cet essai permettra également d'étudier le mode d'irrigation (goutte à goutte ou aspersion) de façon à aboutir à des conseils différenciés en fonction du contexte de la parcelle (irrigation pérenne ou irrigation ponctuelle/temporaire).

Evolution de l'encépagement en Beaujolais face au changement climatique

Jean-Michel Desperrier, SICAREX Beaujolais (jean-michel@vignevin.com)
Taran Limousin, IFV (taran.limousin@vignevin.com)

Comment adapter le matériel végétal au changement climatique ?

L'augmentation des températures observée depuis la fin des années 80 a déjà un impact sur la vigne avec un avancement de la date de récolte de deux semaines à un mois selon les régions. D'après les prévisions des climatologues ce réchauffement devrait se poursuivre et les épisodes de sécheresse pourraient être de plus en plus fréquents. En conséquence, la maturation des baies se déroule à une période de plus en plus chaude ce qui induit la modification des caractéristiques des vins qui ont un degré de plus en plus élevé et une acidité de plus en plus faible.

Le choix du matériel végétal constitue le levier principal pour s'adapter à ce changement. Il s'agit, par contre, d'une stratégie de moyen terme puisqu'il n'est possible de modifier le matériel végétal que lors de la plantation d'une parcelle qui ne produira du vin qu'au bout de quelques années ; voire de long terme s'il est nécessaire de faire agréer de nouveaux clones ou de modifier les cahiers des charges des appellations. Il est donc indispensable d'anticiper dès aujourd'hui le futur climat afin de disposer de porte-greffes, de clones et de cépages répondant à ces nouveaux enjeux.

Choix du porte-greffe

Le porte-greffe permet d'adapter la vigne aux propriétés physico-chimiques du sol et il influence la vigueur du greffon. Les capacités de résistance des porte-greffes à des excès d'humidité ou au manque d'eau est connu de longue date. Par exemple, le 110 Richter ou le 1103 Paulsen qui sont particulièrement résistants à la sécheresse sont actuellement utilisés dans des zones de faible pluviométrie comme le Languedoc ou la Provence. Leur superficie de culture pourrait s'étendre avec l'augmentation des contraintes hydriques due au réchauffement climatique. La production de nouvelle combinaison porte-greffe/cépage devra toutefois faire l'objet d'un suivi attentif compte tenu des problèmes d'incompatibilité observés entre le 110 R et certains clones de Syrah.

L'influence du porte-greffe sur la date de récolte est moins bien documentée. Il a par exemple été noté une avance de 2 à 6 jours de la date de véraison du Merlot greffé

sur du Riparia Gloire de Montpellier par rapport au même cépage greffé sur du 3309. Cependant, plusieurs études pointent la variabilité de l'effet des porte-greffes sur les dates des stades phénologiques en fonction du millésime.

L'unité viticole expérimentale de l'INRA de Villenave d'Ornon (33) a lancé une vaste étude de caractérisations de 55 porte-greffes dont 30 des 31 autorisés en France. Chaque porte-greffe est associé à 5 cépages (Cabernet Sauvignon, Grenache, Pinot noir, Syrah et Ugni blanc) soit 275 combinaisons répétées en 3 blocs de 5 souches. Cette parcelle plantée en 2015 fait l'objet d'un phénotypage annuel dans le cadre du projet Greffadapt. L'objectif est de proposer aux viticulteurs de nouveaux porte-greffes adaptés aux contraintes pédo-climatiques. Les résultats obtenus devront ensuite être confirmés dans chaque vignoble.

Choix du clone

La variabilité intravariétale de chaque cépage peut aussi contribuer à compenser l'avancée des stades phénologiques due au réchauffement climatique. Une étude réalisée à Bordeaux montre un décalage de 8 jours de la date de véraison entre différents clones de Cabernet Franc.

Pour le Gamay, des clones plus tardifs ont été récemment agréés, comme le clone 1170 originaire d'Auvergne ou le 1227. Ils ont une date de maturité retardée d'environ 15 jours par rapport aux clones les plus précoces. Les clones plus productifs et dont la concentration en sucre est plus faible peuvent également être utilisés en assemblage avec des clones réputés plus qualitatifs pour moduler le degré d'alcool et apporter de la fraîcheur au vin. Le travail de caractérisation des accessions présentes dans les conservatoires continue et pourra fournir des clones plus adaptés aux conditions climatiques futures. Les premiers résultats indiquent une différence de degré potentiel de

3%vol. à une date donnée entre les accessions les plus tardives et les plus précoces.



Figure 1 : Le conservatoire de Gamay à Lissieu dont les accessions sont suivies afin de sélectionner des clones adaptés au changement climatique.

Choix du cépage

Dans chaque appellation, les cépages ont été sélectionnés au fil des siècles pour leur adaptation au milieu. La somme de température nécessaire à la maturité de chaque variété était en corrélation avec les conditions climatiques de la région pour une récolte en septembre. Pour le Gamay, la somme des températures au-dessus de 10°C nécessaire à la maturation est de 1317°C contre 1722°C pour la Syrah par exemple. Cette différence se traduit au niveau de la date de récolte par rapport au cépage de référence qui est le Chasselas. Le Gamay est un cépage de 1^{ère} époque qui est mûr en moyenne une semaine et demi après le Chasselas alors que la Syrah est un cépage de 2^{ème} époque qui est mûr en moyenne 2 semaines et demi après le Chasselas. Plusieurs études ont montré que la somme des températures au-dessus de 10°C durant la période de végétation a déjà augmenté d'environ 200°C, ce qui peut justifier la plantation de cépages méridionaux dans des régions plus septentrionales.

Afin de pallier à ces augmentations de températures, il est donc possible de choisir un cépage dont la quantité de chaleur nécessaire à la maturité est plus élevée. La première solution consiste à redéployer des variétés accessoires, autorisées au cahier des charges de l'appellation, mais jusqu'ici peu utilisées car réputées trop tardives. C'est le cas par exemple du Petit Verdot dans le Bordelais dont la somme de température nécessaire à la maturation est supérieure de 200°C à celle du Merlot. La surface plantée en Petit Verdot a déjà quadruplé depuis les années 90. Cette solution n'est par contre pas envisageable dans toutes les appellations. Dans le Beaujolais, les cépages actuellement autorisés, Gamay et Chardonnay, ont des époques de maturité similaires.

La deuxième solution, plus longue, consiste à ajouter des cépages au cahier des charges de l'appellation. Il peut s'agir de cépages locaux qui avaient été oubliés du fait de leur maturité trop tardive. Dans ce cas, la caractérisation et la réutilisation de ces variétés est facilement justifiable auprès des consommateurs en soulignant la valorisation d'un patrimoine et le lien au terroir. Plusieurs études de ces cépages oubliés sont en cours, notamment en Savoie dont la diversité variétale est large et sous exploitée. Dans le Beaujolais, le Gamay est le cépage emblématique depuis un temps immémorial. Des recherches historiques ont toutefois

révélé la présence d'un cépage rouge accessoire au début du XIX^{ème} siècle, le Chanay, mais sa trace a été perdue lors de la crise du Phylloxéra. L'enquête sur ce cépage se poursuit afin de déterminer s'il est possible de le retrouver et de redécouvrir ses caractéristiques.

La poursuite de l'élévation des températures pourrait être préjudiciable y compris pour des cépages locaux plus tardif. Il est donc nécessaire d'envisager l'introduction de cépages plus méridionaux adaptés aux nouvelles conditions de température et de sécheresse. On niveau national, plusieurs cépages issus de pays méditerranéens plus chauds et plus secs ont été inscrits au catalogue national ces dernières années. L'Assyrtiko, cépage blanc issu des îles volcaniques de Santorin en Grèce, est inscrit depuis 2015. Il est adapté à la sécheresse et permet de faire des vins avec une bonne acidité. Quelques vigneron ont commencé à en planter dans le Languedoc. Dans les régions plus septentrionales des cépages français méditerranéens pourrait être utilisés. Dans le Beaujolais, plusieurs cépages français sont testés.



Figure 3. L'Assyrtiko est originaire des îles de Santorin en Grèce et a été récemment inscrit au catalogue français des variétés de vigne. Photo Pl@ntgrape©

Enfin, la dernière solution consiste à créer des variétés pour faire face aux nouvelles contraintes écologiques. Plusieurs programmes de création de variétés résistantes adaptées aux différentes régions viticoles sont en cours et intègrent des suivis de stades phénologiques. Ces critères permettront de sélectionner un matériel végétal à la fois résistant aux maladies cryptogamiques et adapté aux hausses de températures. Par ailleurs, les variétés déjà inscrites peuvent déjà répondre à ces enjeux à l'heure actuelle.

Adaptations possibles dans le Beaujolais

En Beaujolais, l'adaptation variétale aux changements climatiques si l'on reste sur notre encépagement monocépage ne pourra se faire que sur 2 leviers, le choix d'un porte-greffe plus tardif et plus résistant au manque d'eau et la variabilité intra variétale de nos cépages traditionnels.

Pour les vins blancs cela sera plutôt facilité avec le Chardonnay qui présente une forte plasticité ou capacité d'adaptation puisqu'on le rencontre dans de nombreux pays sous différents climats. C'est également un cépage qui permet de produire une gamme assez large de vins depuis les effervescents jusqu'au grands vins tranquilles que nous connaissons.

Pour les vins rouges même si notre Gamay montre également une certaine capacité d'adaptation, celle-ci est plus limitée et l'on sait qu'il préfère les climats plus

septentrionaux ou tout du moins plus frais pour exprimer sa capacité aromatique.

Pour faciliter cette adaptation au changement climatique, même si pour l'instant le réchauffement peut apparaître plutôt qualitatif pour nos cépages traditionnels, il peut être judicieux pour préparer demain, d'ouvrir notre encépagement à des cépages plus tardifs, pour cela nous avons mis en place à la SICAREX Beaujolais des collections de cépages blancs et rouges. L'avantage pour notre vignoble septentrional, c'est que nous pouvons déjà tester des cépages cultivés en France en zones plus méridionales.

La collection cépages blancs comporte 10 cépages de 1^{ère} et 2^{ème} époque, complétée par quelques variétés résistantes nouvellement inscrites ou en cours d'inscription. La gamme de maturité varie de +1,5 semaines après le Chasselas à + 3 semaines. En 2018 pour l'ensemble de ces

cépages le débourrement s'est échelonné sur 6 jours entre le 7 et le 12 avril et les récoltes sur 28 jours du 24 août au 20 septembre (Cf. figure 3).

Les collections de cépages rouges comportent 14 cépages rouges de 1^{ère} à 3^{ème} époque, complétées là aussi par quelques variétés résistantes nouvellement inscrites ou en cours d'inscription. La gamme de maturité varie de 1,5 semaines après le Chasselas à + 4 semaines. En 2018 pour l'ensemble de ces cépages le débourrement s'est échelonné sur 11 jours entre le 7 et le 17 avril contre seulement 4 jours pour l'ensemble des clones de Gamay et les récoltes sur 28 jours du 24 août au 20 septembre, contre 15 jours pour l'ensemble des clones de Gamay (Cf. figure 4).

La collection VATE variétés résistantes, nous a permis de faire inscrire une nouvelle variété rouge, l'Artaban qui a la particularité de présenter un indice de maturité bas c'est-à-dire un plus faible degré probable à la récolte associé à une acidité également faible. En 2018 son degré probable à la récolte était de 11,6 % vol pour une acidité totale de 3,3 g d'H₂SO₄ / l, alors que le Gamay en cépage témoin récolté à la même date avait un degré probable de 14,1 % vol et une acidité de 4,5 g d'H₂SO₄ / l. Ce genre de variété outre son

caractère de résistance vis-à-vis du mildiou et de l'oïdium pourra permettre de limiter l'augmentation du taux d'alcool dans les vins.

Enfin le phénomène de réchauffement étant progressif dans le temps, nous ne sommes pas à l'abri de revoir parfois quelques années plus fraîches et plus tardives. Dans ces cas qui pourront être plutôt défavorables à des cépages plus tardifs, une solution pourra être la diminution du volume de récolte par de la vendange en vert, ou d'affecter la récolte à une autre gamme de vins, production de vin rosé plutôt que de vin rouge, notamment avec de la Syrah ou du Marselan.

En conclusion, il ne faut pas oublier que l'aspect variétal n'est qu'un maillon de la chaîne dans les mesures d'adaptation au changement climatique, notre vignoble étant très hétérogène au niveau des sols, des expositions, des altitudes, des modes de conduite... Nous serons sûrement amenés à reconquérir de nouveaux terroirs viticoles abandonnés hier car défavorable à la qualité, qui pourront demain présenter des avantages vis-à-vis des changements climatiques, ceci pourrait nous permettre de conserver un certain équilibre dans nos vins.

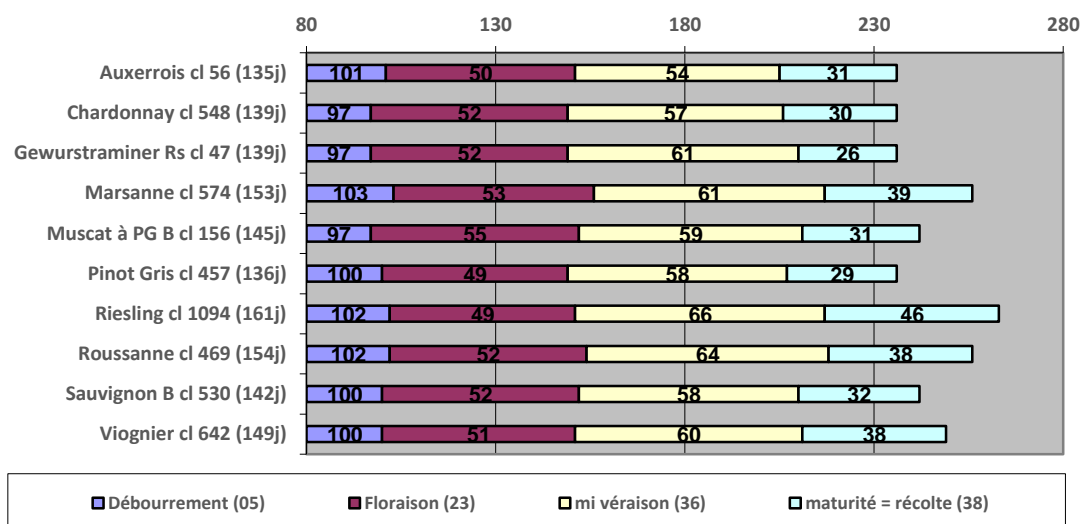


Figure 3 : Collection cépages blancs – Pouilly le Monial (69) – stades phénologiques 2018

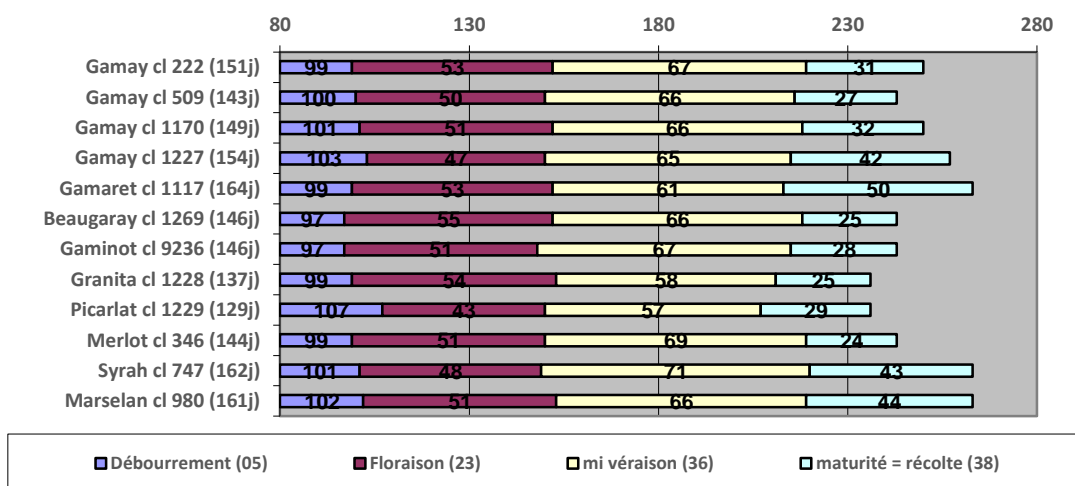


Figure 4 : Collection cépages rouges – St Etienne La Varenne (69) – stades phénologiques 2018

Les solutions techniques pour la gestion de l'acidité et des micro-organismes contaminants

Marion Bastien, LALLEMAND (mbastien@lallemand.com)

Le changement climatique a notamment pour conséquence de modifier les profils organoleptiques des vins qui deviennent plus alcooleux et moins acides. Les pH plus élevés, combinés à une protection microbiologique moindre (diminution des doses de SO₂), sont également propices au développement d'une flore indigène potentiellement indésirable. Quels sont les outils naturels dont disposent les vignerons ?

La gestion de l'acidité peut être gérée dès le vignoble. Pulvérisée sur les feuilles, LaVigne Mature™, composé de fraction spécifique de dérivés de levure, a un effet d'activation du métabolisme secondaire. Par conséquent, la maturité phénolique est accélérée, offrant la possibilité de récolter des raisins mûrs plus tôt, avec une teneur en acides plus élevée.

En vinification, deux levures permettent d'acidifier naturellement les moûts et les vins :

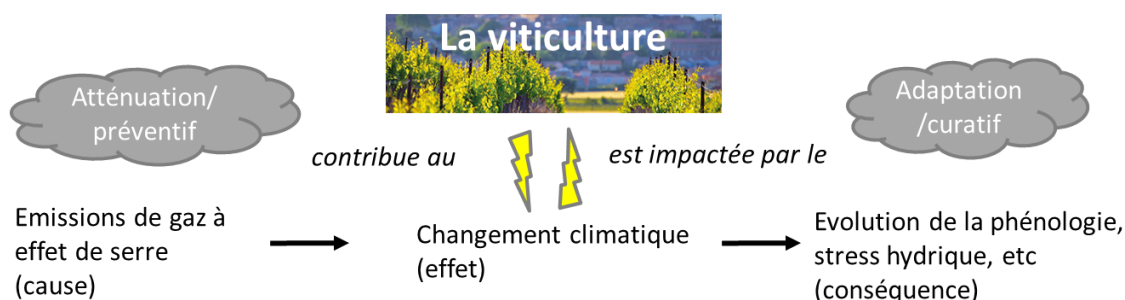
- Laktia™ est une *Lachancea thermotolerans* permettant une production d'acide L-lactique à partir des sucres. Une *Saccharomyces cerevisiae* doit ensuite êtreensemencée pour réaliser la fermentation alcoolique (FA).
- Ionys_{wf}™ est la première levure œnologique qui a été sélectionnée au sein de l'espèce *Saccharomyces cerevisiae* pour sa capacité à acidifier naturellement le moût pendant la FA grâce à son métabolisme très spécifique.

La flore indigène peut être source de détérioration de la qualité organoleptique du vin. Les bactéries indigènes (certaines *Oenococcus*, *Lactobacillus* et *Pediococcus*) et les levures de type *Brettanomyces bruxellensis* peuvent masquer les arômes fruités ou produire des arômes indésirables. L'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV) préconise l'utilisation des bactéries œnologiques sélectionnées pour lutter contre *Brettanomyces*. Des études plus récentes montrent que ce procédé permet de diminuer significativement le développement de la population de *Brettanomyces*.

Tous acteurs ! Des outils pour guider le changement. Contribuer à l'atténuation du changement climatique

Emilie Adoir, IFV (emilie.adoir@vignevin.com)
Sophie Penavayre, IFV (sophie.penavayre@vignevin.com)

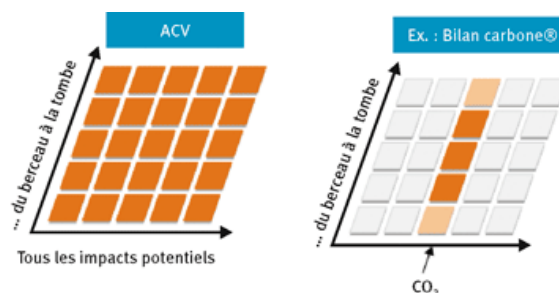
La filière vitivinicole est impactée par le changement climatique auquel elle doit s'adapter ; mais elle est également contributrice puisqu'elle émet des gaz à effet de serre (CO₂ et N₂O notamment).



La filière doit donc agir pour atténuer le changement climatique, c'est-à-dire diminuer les émissions de gaz à effet de serre engendrées par ses activités. La première étape est de savoir où sont ces émissions, à quelles étapes du processus elles apparaissent, quelles sont les pratiques qui sont responsables des émissions de gaz à effet de serre.

Pour répondre à cette question, il existe deux outils : le bilan de gaz à effet de serre (Bilan Carbone®) et l'Analyse de Cycle de Vie (ACV, norme internationale ISO 14 040). Il s'agit de méthodes permettant l'évaluation des impacts environnementaux potentiels d'un produit, bien ou service, tout au long de son cycle de vie (de l'extraction des matières premières à la gestion des déchets). Le bilan gaz à effet de

serre évalue les impacts sur un indicateur : le changement climatique. L'ACV est quant à elle multicritères.



Quels impacts environnementaux potentiels de la filière des vins AOP du Beaujolais et de la Bourgogne ?

L'ACV a été appliquée à la filière des vins AOP du Beaujolais et de la Bourgogne, dans le cadre du projet ANR ACYDU (Cf. Les Entretiens du Beaujolais, édition 2015), afin d'étudier l'activité de la filière pendant une campagne (2011-2012). Les différentes activités étudiées étaient : la production de raisins, la transformation en vin (vinification et élevage), le conditionnement, la distribution et la consommation des 2 371 000 hl de vins produits en AOP du Beaujolais et de la Bourgogne en 2011-2012. Cf. Figure 1.

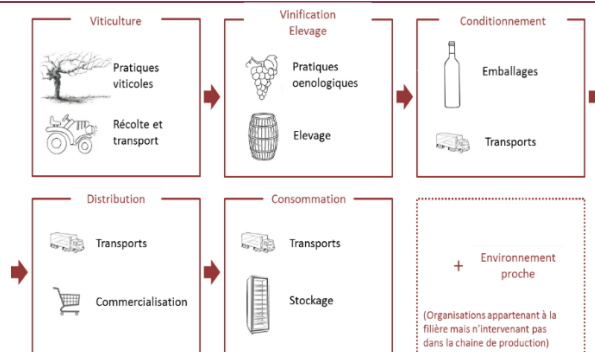


Figure 1 : Périmètre pour l'ACV de la filière des vins AOP du Beaujolais et de la Bourgogne (campagne viticole 2011-2012) réalisée dans le cadre du projet ANR ACYDU.

Cette étude a mesuré que la filière des Vins AOP du Beaujolais et de la Bourgogne (de la production des raisins à la consommation des vins, en passant par la vinification, le conditionnement et la distribution) génère, pour 1 l de vin, un potentiel de changement climatique de 1,44 kg équivalent CO₂, un potentiel d'eutrophisation de 0,005 kg équivalent azote et une consommation d'eau de 0,07 m³.

Les résultats de l'ACV sont présentés dans la Figure 2. Les impacts environnementaux potentiels sont exprimés selon 8 indicateurs (axe horizontal), dont le changement climatique. Chacune des 6 activités de la filière considérée dans l'étude est représentée par une couleur différente. Les activités les plus contributrices, sur la majorité des indicateurs, sont la phase viticole (rouge), le conditionnement (violet) et la distribution des vins (bleu).

Les impacts potentiels sont exprimés en pourcentage. On peut donc lire, par exemple, pour l'indicateur de changement climatique, que 40 % des impacts de l'ensemble de la filière sont liés à la distribution des vins (bleu), 38 % à l'activité de conditionnement (violet), 16 % à la phase viticole (rouge) et 6 % à l'activité de vinification-élevage (vert).

Pour en savoir plus sur les impacts environnementaux de la filière des vins AOP du Beaujolais et de la Bourgogne, [cliquez ici](#).

Concernant l'indicateur de changement climatique, il est intéressant de faire un focus sur les 3 activités les plus contributrices : viticulture, conditionnement et distribution.

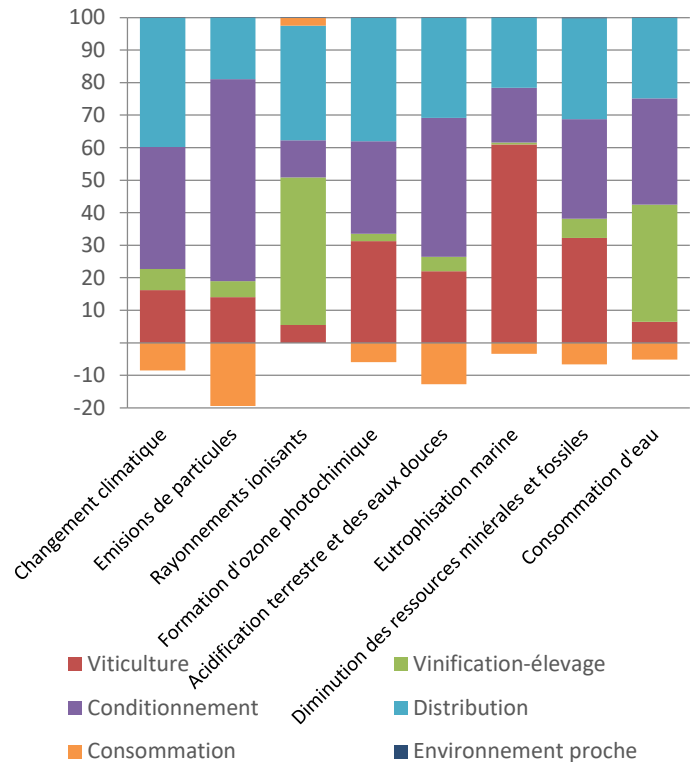


Figure 2 : Impacts environnementaux potentiels de la filière des vins AOP de Beaujolais et Bourgogne au cours de la campagne 2011-2012.

L'empreinte carbone des pratiques viticoles

Calcul de l'empreinte carbone par poste d'émission viticole

Le programme national Agribalyse piloté par l'ADEME¹ a conduit à l'établissement d'une base de données de références pour les ACV de produits agricoles. Une référence a été calculée pour un raisin de cuve produit de façon raisonnée en Beaujolais sud : les résultats sont présentés en Figure 3.

Les émissions totales de gaz à effet de serre (GES) pour cet itinéraire sont de 0.19 kg équivalent CO₂/kg de raisin, ce qui

revient à 1422 kg équivalent CO₂/ha (rendement de 7.4 t/ha), soit 6,7 allers-retours Lyon-Bordeaux en 4x4.

Ces émissions se répartissent de la façon suivante :

- 134 CO₂ éq /ha pour les émissions directes de N₂O ;
- 65 kg CO₂ éq/ha pour la fabrication des engrais ;
- 78 kg CO₂ éq/ha pour la fabrication des produits phytosanitaires ;
- 10 kg CO₂ éq/ha pour le transport et la fabrication des semences de couverts ;
- 1130 kg CO₂ éq/ha pour la combustion et la fabrication du carburant.

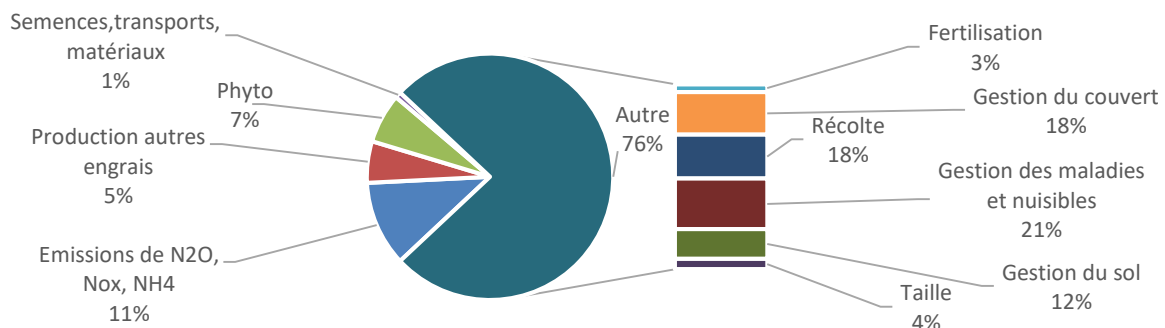


Figure 3 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre pour l'itinéraire de référence Agribalyse « Beaujolais sud en conduite raisonnée »

¹ Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Il est important de noter que :

- cet itinéraire technique est un cas-type, par conséquent il ne reflète pas la variabilité des itinéraires pratiqués en Beaujolais ;
- les impacts de chaque poste mêlent les impacts liés à la fois aux émissions directes (actions à la vigne) et indirectes (fabrication/transport des équipements et intrants).

Calcul de la part directe des émissions à la vigne

Les travaux de l'IFV dans le cadre du projet européen Life Adviclim (2014-2019) ont permis d'apporter des premiers éléments en termes de variabilité des émissions et de la part d'émissions directes/indirectes. Les sites d'étude français dans ce projet sont Saint-Emilion et Coteaux du Layon/Saumur.

Les résultats disponibles à ce jour sont ceux de Saint-Emilion. Sur ce site d'étude, un échantillon de quinze parcelles a été constitué, représentatif des types de sol et des modes de conduite à Saint-Emilion. Les combinaisons de pratiques sont différentes sur chaque parcelle :

- sol nu, enherbement tous les rangs ou un rang sur deux ;
- protection phytosanitaire conventionnelle ou selon le cahier des charges de l'AB ;
- tracteurs ou porteurs multifonctions ;
- vendanges manuelles ou mécaniques ;
- etc.

Pour ces travaux, les activités viticoles ont été découpées en dix types d'interventions. Les éléments du système viticole (intrants, outils, équipements) se répartissent dans les dix catégories en fonction de leur utilisation, et sont à l'origine d'émissions directes et/ou indirectes (cf. Figure 4) :

- les engrais et le carburant sont des intrants qui émettent directement des gaz à effet de serre respectivement par leur application et leur combustion ; ils émettent aussi indirectement des gaz à effet de serre par leur fabrication et leur transport ;
- les autres intrants, outils et équipements génèrent des émissions de gaz à effet de serre indirectes uniquement, par leur fabrication et leur transport.

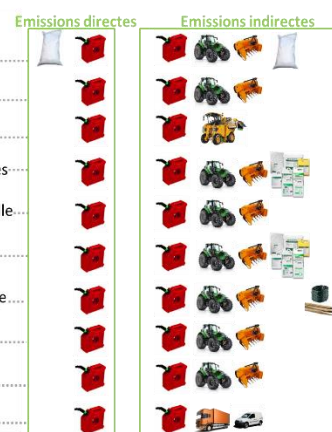


Figure 4 : Eléments à prendre en compte dans le bilan carbone d'une parcelle viticole – classement par type d'interventions et type d'émissions

Les résultats présentés en Figure 5 concernent la campagne 2015-2016 et sont exprimés en quantités de gaz à effet de serre émis (unité : kg équivalent CO₂/ha). Les émissions totales de gaz à effet de serre (directes + indirectes) sont effectivement très variables d'une parcelle à l'autre : elles sont comprises entre 1180 et 3000 kg éq. CO₂/ha, pour une moyenne de 1860 kg éq. CO₂/ha, soit environ 9 allers-retours Lyon-Bordeaux en 4x4.

Quelle que soit la parcelle, les types d'émissions majoritaires sont la gestion des maladies et nuisibles (entre 23 et 53% des émissions totales par parcelle), et la gestion du sol (entre 11 et 38% des émissions totales par parcelle).

Au sein de chaque type d'intervention, la variabilité des émissions peut s'expliquer par différents facteurs : le nombre de passages d'outils, la puissance des moteurs, les taux de charge des outils. En particulier, on relève des émissions plus importantes pour les parcelles qui utilisent un porteur multifonction lors des traitements phytosanitaires, à nombre de passage égal (parcelles 6 et 7 par ex).

Par ailleurs, on note que les émissions liées à l'opération de récolte ne sont pas négligeables par rapport aux émissions totales par parcelle lorsque les vendanges sont mécaniques (entre 7 et 14% des émissions totales par parcelle).

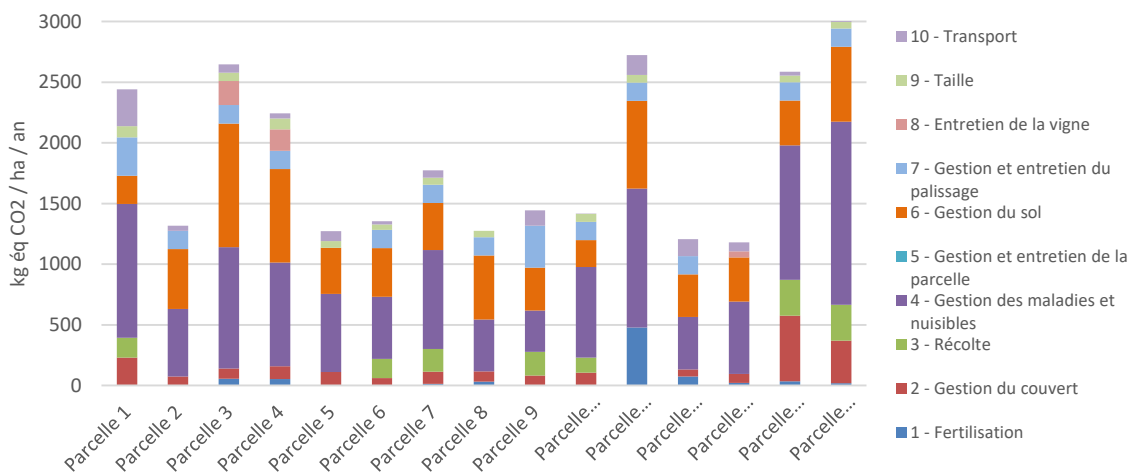


Figure 5 : Emissions de gaz à effet de serre par parcelle et par type d'intervention (émissions directes et indirectes confondues)

Chaque barre de l'histogramme en Figure 5 peut être redécoupée pour distinguer émissions directes et indirectes. La parcelle 1 est présentée en exemple en Figure 6. On constate que les émissions directes sont majoritaires, même si les émissions indirectes sont significatives. Cela se

retrouve pour les quinze parcelles de l'échantillon : les émissions directes représentent entre 57 et 77% des émissions totales par parcelle. Les émissions générées lors de la fabrication du palissage et des substances actives ont un poids important dans les émissions indirectes totales.

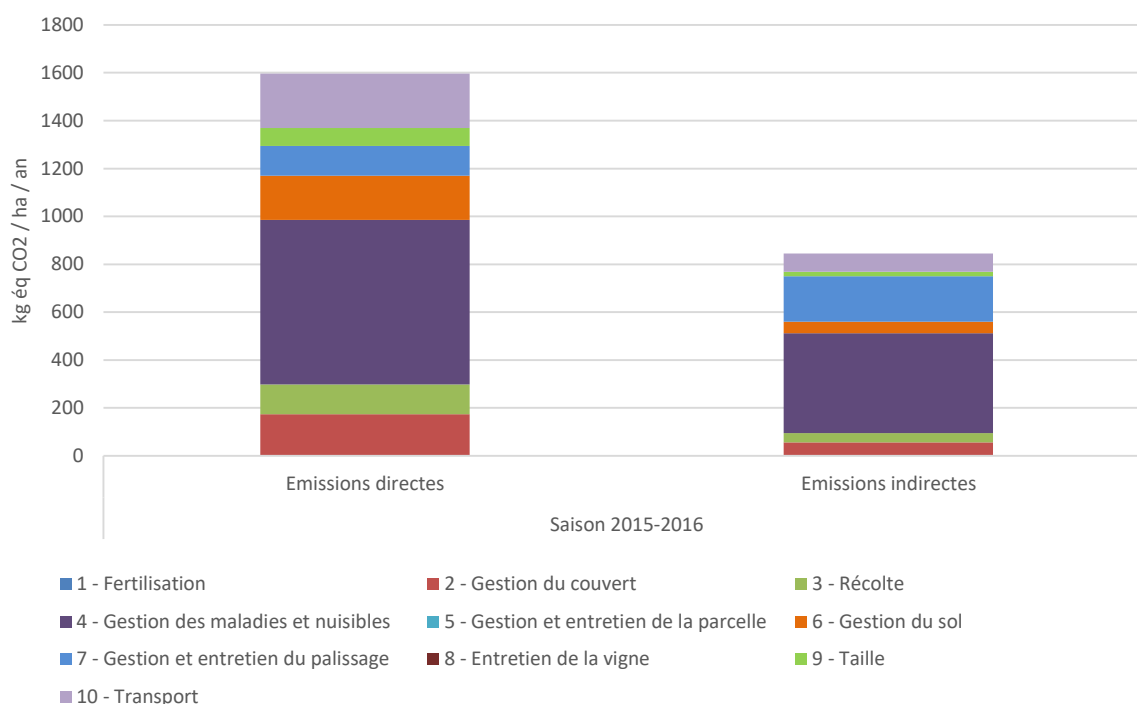


Figure 6 : Emissions de gaz à effet de serre par type d'intervention et par type d'émissions - exemple de la parcelle 1

L'empreinte carbone du conditionnement et de la distribution des vins

Selon l'ACV menée dans le cadre du projet ANR ACYDU, 38% des impacts de la filière des vins AOP du Beaujolais et de la Bourgogne (campagne 2011-2012) sur le changement climatique sont liés au conditionnement des vins. Cette activité émet 140 400 tonnes équivalent CO2. Trois modes de conditionnement de vins ont été étudiés : la bouteille en verre, la bouteille en PET et l'outre à vin. La Figure 7 ci-dessous montre que le conditionnement en bouteille en verre est responsable à 95% de l'impact du conditionnement sur le changement climatique.

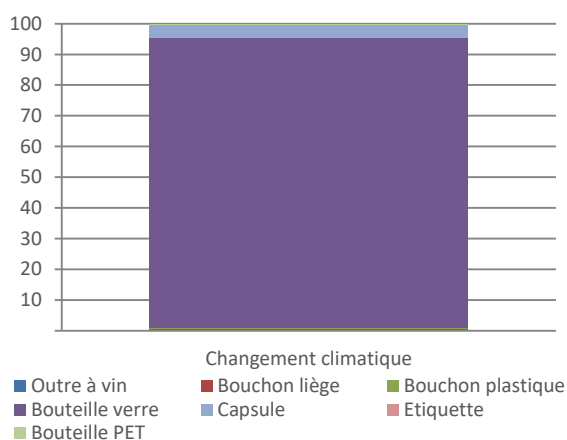


Figure 7 : Impacts environnementaux du poste « emballages primaires » de l'étape de conditionnement pour la filière des vins AOP du Beaujolais et de la Bourgogne (campagne 2011-2012) sur l'indicateur de changement climatique

Cette étude ayant été réalisée pour l'ensemble de la filière au cours d'une campagne, l'impact important de la bouteille en verre peut aussi être expliqué par le fait que ce mode de conditionnement est largement majoritaire dans la filière. Il est donc intéressant d'étudier les impacts environnementaux potentiels des trois modes de conditionnement, rapportés à une même unité : le conditionnement d'un litre de vin. La Figure 8 ci-dessous montre que, pour le conditionnement d'1L de vin, la bouteille en PET est le système le plus impactant comparé à la bouteille en verre et à l'outre à vin. Les calculs présentés dans la Figure 8 ci-dessous prennent en compte les impacts liés à la fabrication et à la gestion de la fin de vie (recyclage, enfouissement, incinération) des trois modes de production. Pour la bouteille en PET (pour 1L de vin), fabrication et fin de vie émettent 6,4 kg équivalent CO2. Pour l'outre à vin et la bouteille en verre (pour 1L de vin également), les émissions sont respectivement de 1,87 et 1,25 kg équivalent CO2. L'impact plus important de la bouteille en PET est lié à la part importante de plastique dont la fabrication engendre des impacts (45%) et dont le taux de recyclage est faible (24%). La bouteille en verre quant à elle bénéficie du taux important de recyclage du verre : 85%. La gestion vertueuse de la fin de vie du verre permet de faire diminuer l'impact de la bouteille en verre sur le changement climatique. De la même façon, le taux de recyclage du carton (67%) est en faveur de l'outre à vin.

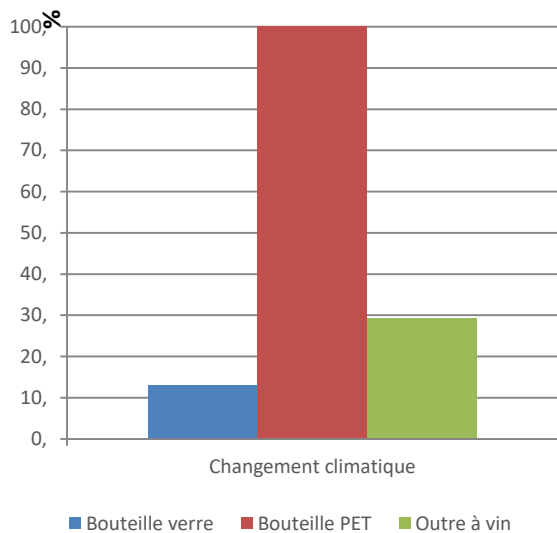


Figure 8 : Comparaison des impacts environnementaux potentiels du conditionnement d'1L de vin en bouteille en verre, bouteille en PET et système outre à vin, sur l'indicateur de changement climatique

La Figure 2 montrait que 40% des impacts de la filière sur le changement climatique était lié à la distribution des vins. Le mode de conditionnement explique en effet également les impacts de l'activité de distribution. La Figure 9 reprend les trois de conditionnement étudiés précédemment, pour 1L de vin, et exprime les impacts liés

au transport routier des vins pour chacun de ces trois modes de conditionnement. On voit alors que le transport sur 1km d'1L de vin en bouteille en verre est le plus impactant. Il émet en effet 58 g équivalent CO2 contre 7 g équivalent CO2 pour le transport en bouteille PET et 0,5 g équivalent CO2 pour le transport en outre à vin.

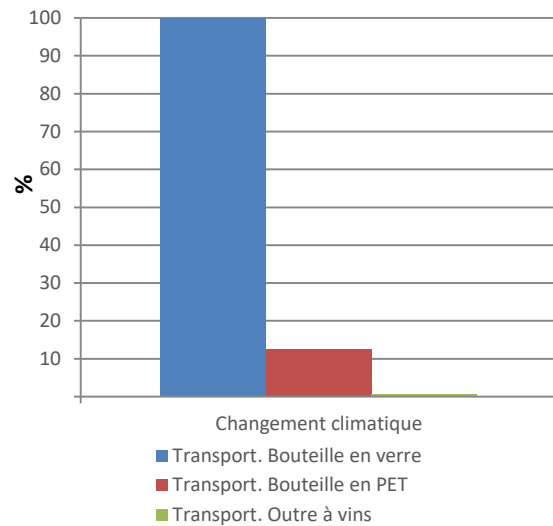


Figure 9 : Comparaison des impacts environnementaux potentiels du transport sur 1 km d'1L de vin en bouteille en verre, bouteille en PET et système outre à vin, sur l'indicateur de changement climatique.

Remerciements : Les travaux présentés ont bénéficié du soutien financier des programmes suivants :



En savoir plus ...

Sur internet

Informez-vous sur l'actualité et téléchargez la documentation de l'IFV et de la SICAREX Beaujolais sur le site web www.vignevin.com



Sur l'extranet www.beujolais.com

Dans votre boîte mail

Retrouvez l'actualité du pôle technique Beaujolais, dans la e-lettre *En Direct du 210*
Demandez votre inscription tbertand@beujolais.com



En vidéo

(Re)découvrez les Entretiens de Beaujolais, les conférences techniques du réseau national IFV et des vidéos de démonstration sur la chaîne Youtube VigneVinFrance



Sur twitter

Suivez l'actualité du pôle SICAREX et IFV Beaujolais sur twitter
[@SicarexBjls](https://twitter.com/SicarexBjls)
[#sicarex](https://twitter.com/Sicarex) [#beujolais](https://twitter.com/beujolais)



Dans votre boîte aux lettres

Retrouvez les activités du pôle technique Beaujolais tous les 2 mois dans *La Tassée*
Abonnements via pole.viticole@rhone.chambagri.fr



SICAREX Beaujolais
210, boulevard Victor
Vermorel
CS 60320
69661 Villefranche-sur-Saône
04.74.02.22.40
sicarex@beujolais.com



Entretiens du Beaujolais

une matinée technique pour préparer demain