

# Entretiens du Beaujolais

une matinée technique pour préparer demain

**19 mars 2015**





# Solutions innovantes pour la qualité des vins

Wine Quality Solutions

by  NOMACORC

**Nomacorc lance Wine Quality Solutions:  
une offre d'analyseurs, d'équipements  
et de services, développée par l'équipe  
Œnologie de Nomacorc.**

Plus d'infos sur nos produits  
[www.winequalitysolutions.com](http://www.winequalitysolutions.com)

# Sommaire

Les activités de la SICAREX Beaujolais et de l'IFV Villefranche.	4
Quels impacts environnementaux de la production de vin en Beaujolais ?	8
Réduction de l'utilisation d'herbicides en terrain granitique du Beaujolais : quelles influences agronomiques, œnologiques, économiques et environnementales ?	12
Impacts phytosanitaires et agronomiques de trois systèmes de production en Beaujolais-Villages : conventionnel, raisonné et biologique.	20
Impact du niveau d'oxygène au conditionnement.	24
Maîtrise de l'oxygène au cours de l'élaboration et de la conservation du vin.	28
Elaborer des vins à faible teneur en sulfites.	31
En savoir plus...	35



Manifestation organisée avec le soutien financier de la région **Rhône-Alpes**  dans le cadre du .

# Les activités de la SICAREX Beaujolais et de l'IFV Villefranche.

Créée en 1970 pour développer la sélection clonale du Gamay, la SICAREX Beaujolais associée à l'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) travaille aujourd'hui sur de nombreux aspects techniques de la filière. Les références acquises, du pied de vigne à la commercialisation, permettent de guider les professionnels dans leur choix et de contribuer à résoudre les problématiques environnementales, économiques et sociétales de la filière.

## Création, conservation et diffusion de matériel végétal

**Sélection et diversité du cépage Gamay :** après la sauvegarde de la diversité du Gamay par l'implantation du conservatoire national du cépage, le travail de caractérisation de cette diversité débuté en 2011 se poursuit. Il conduira sans doute aux sélections de demain. Les clones 1108 et 1109 (Gamay à port droit) sont distribués depuis 2014, 1169 (Gamay ovoïde) et 1170 (Gamay d'Auvergne) le seront à partir de 2016.



Parcelle du conservatoire national du Gamay à Lissieu

**Création variétale par métissage** (collaboration SICAREX Beaujolais - INRA Colmar) : les 4 méteils les plus intéressants issus de ce travail de plusieurs décennies ont reçu un avis favorable du Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) pour une inscription au catalogue des cépages français. Décrets parus en ce début d'année pour les croisements :

- **Gaminot** : Pinot x Gamay
- **Beaugaray** : Gamay x Heroldrebe
- **Picarlat** : Pinot x Cabernet-Sauvignon
- **Granita** : Auxerrois x Portugais Bleu.

**Collection de cépages français et étrangers :** dans un objectif de diversification de l'encépagement, mais également pour anticiper la problématique du réchauffement climatique, 19 cépages rouges sont actuellement testés sur deux collections (Liergues 2005 et Blacé 2006). Certains cépages présentent déjà

un intérêt comme la Syrah, le Merlot, le Marselan, sans oublier le Gamaret (Gamay x Reichensteiner) préalablement étudié en Beaujolais pour son inscription en 2008 au catalogue national des cépages. L'objectif aujourd'hui est son introduction dans les cahiers des charges des appellations beaujolaises.

Ces 19 cépages rouges ont été complétés par la mise en place d'une collection de cépages blancs (neuf en 2009 et autant en 2010).



Gamaret à la récolte

**Création variétale par hybridation (variétés résistantes aux maladies cryptogamiques) :**

plantation en 2011 des premiers hybrides résistants provenant de l'INRA de Colmar (trois rouges et un blanc) et d'Agroscope Changins en Suisse (deux rouges et un blanc). Ces essais devraient permettre de faire un progrès significatif concernant la réduction d'intrants phytosanitaires entraînant une diminution des coûts de production. Les premières vinifications ont été réalisées en 2012. Même si une inscription au catalogue est envisagée pour 2016, un travail important d'adaptation régionale sera à effectuer.

## Spécificité des systèmes de production Viticulture "éco-responsable"

**Diminution des coûts de production par réduction de la densité de plantation :** un réseau de parcelles expérimentales, constitué à la fois de parcelles plantées à différents écartements et de parcelles aménagées en arrachant des rangs, a été mis en place il y a une dizaine d'années. Les résultats montrent que les qualités sont équivalentes quelle que soit la densité de peuplement (surface foliaire et rendement ramenés à l'hectare égaux). Il convient cependant de prendre en compte la vigueur conférée par le sol pour adapter la surface foliaire et le rendement. Un suivi sur le plus long terme est prévu pour étudier la pérennité de ces systèmes dans le temps, notamment vis-à-vis des maladies du bois.



Aménagements de coteaux à Rivolet

**Intérêt de la fertilisation foliaire en azote sur la qualité aromatique des vins rouges :** une étude a été mise en place en 2010 sur deux parcelles du Beaujolais de façon à étudier l'impact d'un apport foliaire d'azote sur la fermentescibilité des moûts et la qualité aromatique des Beaujolais Nouveaux. Elle a donné lieu à une synthèse lors des Entretiens du Beaujolais 2014.

**Gestion du patrimoine organique des sols viticoles :** une parcelle expérimentale a été installée en Beaujolais dans le cadre d'un réseau national d'essais piloté par l'IFV, où sont comparés des apports d'humus du commerce et de compost de déchets verts, tout en faisant varier le rythme d'apport. L'objectif de cette action est d'améliorer le conseil en termes de gestion de la matière organique, par une meilleure connaissance du type de produit à apporter en liaison avec les besoins au niveau du sol et les effets attendus.

Epandage de compost à Saint-Etienne-la-Varenne

**Techniques d'entretien du sol respectueuses de**



**l'environnement :** les alternatives au désherbage chimique, par enherbement ou désherbage mécanique, sont en cours de vérification sur le plan environnemental, technique et agronomique, sur deux parcelles situées en Beaujolais-Villages : l'une étant conduite de manière traditionnelle (gobelet, densité élevée), l'autre en cordon à densité moyenne, de façon à prendre en compte les possibilités offertes par le cahier des charges de l'appellation à ce niveau.

**Comparaison de trois systèmes de production conventionnel, intégré, et biologique :** les influences de ces trois systèmes de production sont donc étudiées sur une parcelle située en Beaujolais-Villages (aspects agronomiques, environnementaux et techniques). L'originalité d'une telle étude est d'englober tous les aspects de la conduite de la vigne et donc de mettre en évidence l'impact réel d'un itinéraire technique donné. Une restitution de l'ensemble des résultats est prévue fin 2015.

**Optipulvé :** l'optimisation de l'application de produits grâce à la précision du pulvérisateur (objectif -30 %) en fonction de la capacité du matériel à localiser le maximum de la bouillie pulvérisée sur la cible est étudiée depuis 2004 dans le contexte des vignes étroites. Appliquée depuis 2011 sur le domaine expérimental de la SICAREX Beaujolais (Château de l'Eclair) les résultats donnent satisfaction.

**Valorisation de la biomasse vitivinicole** : des coproduits sont générés par la viticulture et l'œnologie : sarments, souches, marcs de raisins et lies. Ces coproduits représentent une part irréductible de biomasse qui peut être valorisée en termes économique et environnemental. Fort de son expertise à l'échelle nationale sur la valorisation des marcs et lies, l'IFV de Villefranche-sur-Saône ouvre aujourd'hui le champ de réflexion à la biomasse viticole et adopte une approche territorialisée, partant du constat que la configuration du bassin de production influe sur les voies de valorisation de la biomasse techniquement réalisables, économiquement viables, respectueuses de l'environnement et conformes à la réglementation. Accompagnant cette démarche **d'économie circulaire**, l'IFV coordonne un projet national qui a pour objectif de conseiller les opérateurs vers des voies pertinentes de valorisation de la biomasse. Quatre bassins de



Marcs de raisins

production participant : Beaujolais-Bourgogne-Jura-Savoie, Bordeaux, Cognac et Champagne.

## Vin et marché

**Suivi de la maturation du Gamay** : un réseau de 14 parcelles est suivi en complément du réseau de 200 parcelles prélevées par les viticulteurs. En plus de son importante antériorité (1966), il permet d'obtenir des données analytiques plus fines : acides malique et tartrique, potassium, azote ammoniacal, teneur en anthocyanes. L'indice IC, calculé à partir du degré potentiel, du pH et de la teneur en anthocyanes des raisins, permet d'évaluer l'intensité colorante prévisible du vin.

En complément, 4 parcelles sont vinifiées en petits volumes de façon à confirmer les résultats sur baies et à caractériser plus complètement le millésime.



Véraison d'une grappe de Gamay N

**Gestion des microorganismes** : aujourd'hui, quatre levures originaires du terroir Beaujolais sélectionnées par IFV-SICAREX Beaujolais sont commercialisées :

- VITILEVURE GY pour des vins fruités ;
- ZYMAFLORE RB2 ou L.A. RB2 pour des vins de garde avec une bonne extraction des composés phénoliques de la pellicule du raisin ;

- ZYMAFLORE RB4 ou EXCELLENCE FR pour des vins nouveaux aromatiques ;

- SO.FRUITY pour des vins fruités de semi-garde à garde.

D'autres souches de levures du commerce sont évaluées pour leur intérêt potentiel dans les conditions beaujolaises, ainsi que des souches de bactéries lactiques en ensemencement séquentiel ou co-inoculation.

**Typicité et itinéraires technologiques innovants et intégrés** : plusieurs actions très diverses sont conduites allant de la gestion de la teneur en alcool (enrichissement par moût concentré de qualité endogène, réduction de la teneur en sucre par technique membranaire), à la gestion des macérations longues en contexte Beaujolais, ou encore le renforcement de la typicité des vins de Jacquère et Mondeuse en Savoie. Au-delà de l'impact sur le vin, ces itinéraires ou techniques commencent désormais à être évalués sur leur durabilité (Analyse du Cycle de Vie environnementale mais aussi socio-économique).



Electrodialyseur pilote

**Préserver les qualités des vins :** après avoir révélé le potentiel des raisins au cours des étapes de vinifications, l'enjeu est de pouvoir préserver la qualité des vins jusqu'à sa consommation. Dans un contexte de raisonnement poussé des intrants œnologiques, la gestion du SO<sub>2</sub> est une préoccupation forte. Des essais d'itinéraires de réduction des sulfites sont évalués. Le management de l'oxygène est alors un facteur clé pour compenser la plus faible utilisation de ce conservateur. L'exposition à l'oxygène au moment du conditionnement et post conditionnement à travers la perméabilité des obturateurs (ou plus globalement de l'emballage : BiB®, PET), sont aussi des éléments de maîtrise étudiés.

Sous l'angle sanitaire, en plus d'études ponctuelles de certains contaminants potentiels (pesticides, éléments traces métalliques, OTA, phtalates, BPA...), l'IFV-SICAREX Beaujolais participe à la mise au point et à la validation terrain d'une fibre végétale micronisée, qui a la propriété d'adsorber les mycotoxines (Ochratoxine A) et les résidus de pesticides dans les vins.

**Observatoire du marché :** afin de mieux connaître, de façon objective et chiffrée, les caractéristiques des vins commercialisés et leur évolution, la SICAREX Beaujolais a mis en place un observatoire des vins du Beaujolais. Les vins sont issus du suivi aval qualité d'Inter Beaujolais, de concours tels que le Trophée Lyon Beaujolais Nouveau ou l'International du Gamay, ou d'autres études ponctuelles. La base de données regroupe des informations analytiques (couleur, acidité, CO<sub>2</sub>...), sensorielles et packaging (bouchons, caractérisation des étiquettes...). Ces données

permettent d'affiner la caractérisation des millésimes, de faire le lien entre les données agro-viticoles et les vins. Elles servent d'indicateurs pour adapter des stratégies techniques ou marketing et d'en mesurer les effets sur le long terme.

**Développement et exploitation de nouveaux champs d'étude sur les aspects sensoriels :** à travers l'évaluation de méthodes, grâce notamment au nouveau pôle d'analyse sensorielle, ou à des tests consommateurs au 210, en laboratoire ou en contexte réel (Ecully, partenariat Institut Paul Bocuse). Un ambitieux travail de recherche en lien avec le Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation (CSGA) à Dijon et l'Institut Supérieur d'Agriculture (ISA) de Lille, a débuté en janvier 2014. Les vins du Beaujolais seront au cœur des travaux, ce qui permettra d'approfondir les connaissances sur leurs espaces sensoriels.



Salle d'analyse sensorielle du 210 en Beaujolais



Vendanges d'essai sur la parcelle réaménagée de Rivolet, forte pente

# Quels impacts environnementaux de la production de vin en Beaujolais ?

Sophie Penavayre, IFV, [sophie.penavayre@vignevin.com](mailto:sophie.penavayre@vignevin.com)  
Valérie Lempereur, Tatiana Majchrzak, IFV.

Les activités humaines sont aujourd'hui confrontées à deux limites : en amont, les ressources sont restreintes (énergies fossiles, eau, sols, matières premières ...) ; en aval, la capacité de l'environnement à absorber les impacts diminue. Il existe des outils d'aide à la décision permettant aux entreprises d'intégrer ces enjeux et d'anticiper les contraintes à venir (pénurie, réglementation, taxe...). L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) est un de ces outils.

P. Naviaux et al., « Champagne et écoconception », *Le Vigneron Champenois*, n°3 mars 2012

## La méthode de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV)

L'ACV est une méthode d'évaluation des impacts environnementaux. C'est une méthode multi-étapes (qui étudie l'ensemble du cycle de vie des produits, de l'extraction des matières premières à la gestion des déchets) et multi-critères (qui prend en compte les impacts écologiques, sur la santé et l'épuisement des ressources). Cette approche globale permet d'éviter les transferts de pollution (la réduction de l'impact environnemental d'une pratique sur le critère du changement climatique peut avoir pour corollaire l'augmentation de l'impact sur un autre critère comme l'eutrophisation aquatique).

L'ACV consiste à quantifier l'ensemble des flux entrants et sortants du cycle de vie d'un produit et à traduire cet inventaire en impacts environnementaux. Ces impacts sont exprimés pour une unité fonctionnelle (un ha de vigne, un kg de raisin, une bouteille de vin...).

L'ACV bénéficie d'une série de normes internationales qui définissent les principes et le cadre de son application (normes ISO 14 040 à 44). Ces normes fixent notamment l'obligation pour toute évaluation environnementale se réclamant ACV d'une validation par une revue critique externe et indépendante.

Bien que bénéficiant d'une norme internationale, l'ACV doit encore être précisée, notamment pour être adaptée aux spécificités de la filière vitivinicole. Elle est l'objet de nombreux projets de recherches qui tentent d'ouvrir le

champ de son application. L'IFV participe notamment au projet ACYDU qui entend appliquer l'ACV non pas à un produit mais à l'ensemble de la filière vitivinicole du Beaujolais et de Bourgogne, et développer l'approche cycle de vie pour une évaluation non seulement environnementale mais aussi sociale, économique et territorialisée de cette même filière.

L'inventaire des flux entrants et sortants de la filière, réalisé en 2014, a notamment été constitué à partir des données communiquées par 19 opérateurs (caves particulières, caves coopératives et négociants) du Beaujolais et de Bourgogne. Ces données seront analysées en 2015 puis agrégées pour obtenir une évaluation environnementale à l'échelle de la filière.

L'exemple d'application de l'ACV présenté ci-dessous est issu du projet ACYDU. Les résultats présentés sont provisoires. Ils seront évalués par une revue critique externe qui validera l'ACV en 2015.



## Un exemple d'évaluation environnementale en Beaujolais

Le domaine expérimental de la SICAREX Beaujolais, le Château de l'Eclair, fait partie des 19 entreprises partenaires du projet ACYDU. Les résultats provisoires

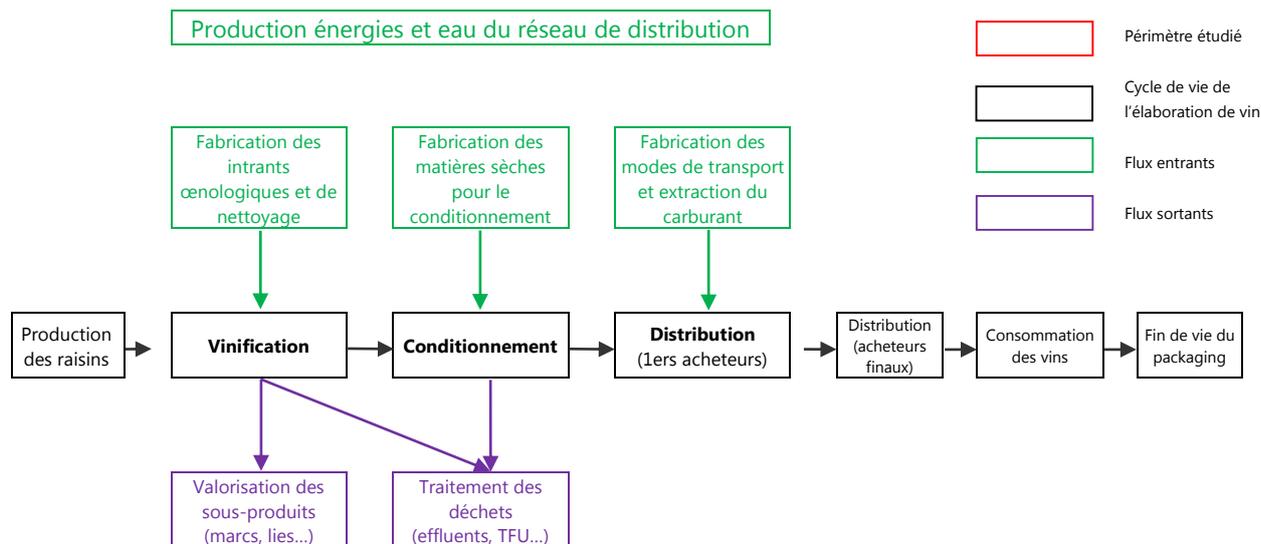
de son évaluation environnementale sont présentés ci-dessous.

### 1. Périmètre

Le périmètre étudié comprend les étapes de vinification, conditionnement et distribution des vins (au premier acheteur). Plusieurs étapes sont donc exclues de ce périmètre : les phases de culture de la vigne, de récolte et l'acheminement de la vendange de la parcelle vers la

cave pour l'amont ; la distribution des vins vers les acheteurs finaux, leur consommation ainsi que la fin de vie du packaging pour l'aval.

Pour chacune des trois étapes étudiées, l'inventaire des flux entrants et sortants du périmètre considéré prend



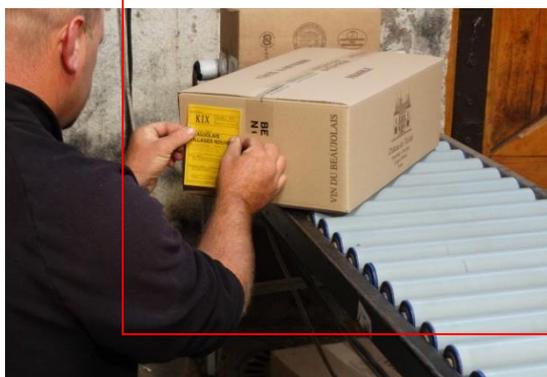
en compte d'une part la production et l'acheminement vers la cave des intrants œnologiques et de nettoyage, des matières sèches pour le conditionnement, de l'énergie (électricité, gaz naturel) et de l'eau lorsqu'elle est issue du réseau de distribution ; et d'autre part, les impacts liés au traitement des déchets, ou encore aux émissions vers l'eau, l'air et les sols (**figure 1**). Certains flux n'ont pas pu être inventoriés : la fabrication et la fin de vie des équipements de cave (cuves, pressoir,

groupe d'embouteillage...) et des emballages des intrants œnologiques (bidons, cartons...). Cependant, la durée de vie relativement longue des premiers et le faible volume des seconds (les emballages vides consignés ne sont pas considérés comme des déchets) permettent de formuler l'hypothèse de leur faible impact sur l'environnement.

**Figure 1 : Périmètre étudié**

## 2. Unité fonctionnelle (tableau 1)

L'unité fonctionnelle de l'étude est 1 hL de vin. Les flux inventoriés sont donc rapportés à 1 hL de vin fini (vinifié, conditionné, distribué).



Conditionnement

**Tableau 1 : Château de l'Eclair, campagne 2011/2012**

<b>Vinification</b> (hL)	<b>Volume vinifié dont</b>	<b>924,25</b>
	Rouge nouveau	386
	Rouge	413,50
	Blanc (dont vin de base crémant)	112,75
	Rosé	12
<b>Conditionnement</b>	<b>Volume commercialisé en 2011 (hL)</b>	<b>679,76</b>
	Volume vendu en vrac (hL)	301,66
	Volume conditionné (hL) dont :	622,59
	Nombre de bouteilles en verre	49 393
	Nombre de BIB®	870
<b>Distribution</b> (% hL commercialisés)	Transport routier	82,90
	Transport maritime	16,40
	Transport par avion	0,70

## 3. Analyse d'impact

Une fois les flux entrants et sortants répertoriés, ils sont traduits en impacts environnementaux grâce à des facteurs de caractérisation.

Un facteur de caractérisation quantifie l'impact relatif d'une substance sur une problématique environnementale. Le CO<sub>2</sub> a par exemple un

facteur de caractérisation de 1 pour l'indicateur de changement climatique cela sert de référence, tandis que le méthane a un facteur de 25, car son pouvoir de réchauffement global est 25 fois plus important que celui du CO<sub>2</sub>.

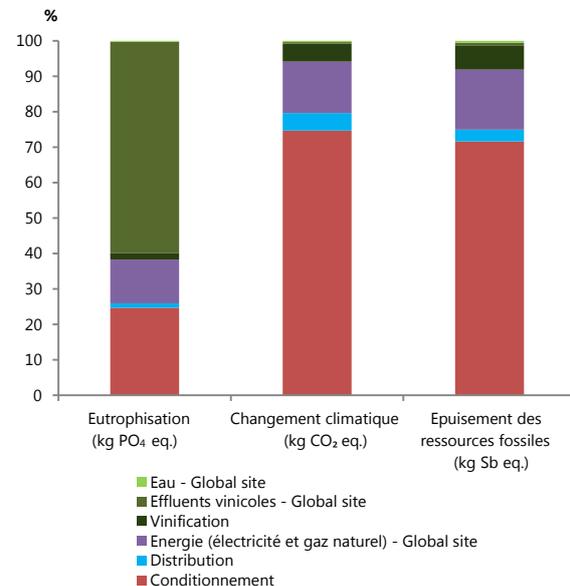
Les impacts environnementaux sont exprimés ici selon trois indicateurs :

- le **changement climatique** qui exprime les émissions de gaz à effet de serre ;
- l'**épuiement des ressources fossiles** ;
- le degré d'**eutrophisation** aquatique qui exprime le déséquilibre entre l'apport et la consommation naturelle de nutriments par l'écosystème.

Eutrophisation aquatique : processus par lequel des nutriments (azote, phosphore, carbone...) s'accumulent dans un milieu. Ce phénomène est indésirable et néfaste lorsqu'il y a déséquilibre entre l'apport et la consommation naturelle des nutriments par l'écosystème. Ce déséquilibre peut provoquer l'étouffement, voire la mort d'espèces faunistiques et floristiques. Il devient alors dangereux pour la biodiversité.

Les résultats sont présentés dans la **figure 2** ci-contre. Les flux inventoriés sont organisés en 6 catégories : **vinification** (intrants œnologiques et de nettoyage, acheminement de ces intrants à la cave, gestion des déchets), **conditionnement** (matières sèches pour le conditionnement et leur acheminement sur site), **distribution** (transport routier, maritime et par avion des vins en vrac ou conditionnés), **énergies**

(consommation globale d'électricité et de gaz naturel), **eau** (consommation globale), **effluents vinicoles** (volume global).



**Figure 2 : Impacts environnementaux des étapes de vinification, conditionnement et distribution d'1 hL de vin par le Château de l'Eclair**

## Interprétation

L'étape de conditionnement est celle qui contribue le plus aux impacts sur le changement climatique (74,5 %) et l'épuiement des ressources fossiles (71,5 %).

L'utilisation de bouteilles en verre explique en grande partie cet impact. En effet, la fabrication des bouteilles en verre contribue à l'impact du conditionnement sur le changement climatique à hauteur de 77 % et sur l'épuiement des ressources fossiles pour 85 %.

La gestion des effluents vinicoles contribue à hauteur de 59,5 % à l'impact sur l'eutrophisation. Le conditionnement arrive en deuxième position sur cet indicateur, avec une contribution de 24,7 % (dont 68 % sont liés à la fabrication des bouteilles en verre).

Outre le conditionnement et la gestion des effluents vinicoles, la consommation d'énergies est la troisième source d'impact environnemental (99,9 % d'électricité). Elle contribue à hauteur de 17 % à l'épuiement des ressources fossiles, 14,5 % au changement climatique et 12,3 % à l'eutrophisation.

L'étape de vinification contribue à hauteur de 1,9 % à l'eutrophisation, 5,1 % au changement climatique et 6,8 % à l'épuiement des ressources fossiles.

L'acheminement des intrants œnologiques et de nettoyage à la cave est le principal contributeur à l'impact de la vinification (25,7 % pour l'eutrophisation,

42,6 % pour le changement climatique et 6,8 % pour l'épuiement des ressources fossiles).

L'impact de la vinification semble donc relativement faible. Ce résultat est en partie lié à l'absence d'informations relatives à la fabrication de nombreux intrants œnologiques (dont les levures, bactéries et enzymes) dans les bases de données actuellement disponibles. De plus, les dégagements de CO<sub>2</sub> lors de la fermentation ne sont pas pris en compte du fait de l'absence de donnée.

La distribution des vins (transport routier, maritime ou par avion) vers le 1<sup>er</sup> acheteur contribue à l'eutrophisation à hauteur de 1,2 %, au changement climatique à hauteur de 5 % et à l'épuiement des ressources fossiles à hauteur de 3,3 %.



Transport des vins en container

Là encore, bien que l'impact semble faible, il est à noter qu'il ne prend en compte que la distribution au premier acheteur. La redistribution des vins vers des points de vente, ou même jusqu'au consommateur final, n'est pas prise en compte, en raison de l'absence de donnée.

La consommation d'eau contribue entre 0,3 % et 0,6 % aux impacts sur les trois indicateurs. Cette contribution varie fortement en fonction des indicateurs choisis pour la représentation des résultats. Sur l'indicateur « consommation d'eau » par exemple, l'eau consommée à la cave pour les nettoyages est responsable de 71 % de l'impact.

## Conclusion

---

L'ACV est un outil d'aide à la décision permettant de définir les impacts environnementaux des pratiques ou d'un itinéraire de production. Une fois l'évaluation globale d'un site de production réalisée (telle que présentée ci-dessus), l'ACV permet d'aller plus loin, en étudiant de façon plus précise les étapes d'un itinéraire,

ou en comparant plusieurs pratiques au sein d'un même itinéraire. L'ACV peut être en effet un outil prospectif permettant de simuler l'impact environnemental d'une éventuelle nouvelle pratique (l'utilisation de bouteilles allégées pour le conditionnement, l'utilisation d'un filtre tangentiel en remplacement d'un filtre à terre...).

Remerciements : Les travaux présentés ont bénéficié du soutien financier de 

**Notes :**

# Réduction de l'utilisation des herbicides en terrain granitique du Beaujolais : quelles influences agronomiques, œnologiques, économiques et environnementales ?

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

Thierry Decouchant, SICAREX Beaujolais,

Sophie Penavayre, Christophe Gaviglio, IFV.

Les diagnostics effectués sur différents bassins versants viticoles ont abouti au constat d'un transfert de certaines substances herbicides vers les eaux superficielles. Dans certains cas, les eaux souterraines sont également concernées. Des actions doivent donc être entreprises pour réduire ces pollutions, la suppression de certaines matières actives, comme l'aminotriazole, ou l'obligation de la diminution des quantités de matière active utilisables à l'hectare, commencée pour le glyphosate, devant se généraliser à plus ou moins long terme.

Les vignobles en Beaujolais-Villages et en Crus, du fait de leur mode de conduite (gobelet, densité élevée) et de leurs caractéristiques pédologiques (sol granitique, faible profondeur) et topographiques (coteaux à pente élevée), sont actuellement mal préparés pour répondre à ces exigences. Des solutions économiquement viables sont difficiles à trouver en coteau si le mode de conduite n'est pas modifié, le type de sol superficiel écartant l'enherbement et les problèmes d'érosion éliminant la solution du désherbage mécanique. Par contre, sur sol moins pentu et moins superficiel, une modification du type d'entretien du sol permettrait une diminution sensible des désherbants. La faisabilité de cette modification est à vérifier, de même que l'impact environnemental qu'elle peut avoir.

Outre ces aspects environnementaux et techniques, il convient également de prendre en compte les aspects agronomiques de l'incidence des différentes méthodes d'entretien des sols dans le choix des itinéraires adaptés aux diverses situations. La possibilité de modifier le mode de conduite, initiée par les nouveaux décrets, qui conduit à une certaine variabilité au niveau de la taille (gobelet, cordon) et des écartements entre rangs, est également un élément à considérer avec attention dans cette problématique entretien des sols.

Des expérimentations ont donc été mises en place dans ce sens, complétées par une étude économique, de façon à prendre en compte les coûts de production et par une évaluation environnementale de ces techniques.

## Dispositifs expérimentaux

Les expérimentations ont été mises en place en 2008 sur deux parcelles à sol profond et dont les pentes sont de 8-9 %. Ces parcelles (l'une représentative de la situation actuelle en termes de mode de conduite et l'autre ayant été aménagée en arrachant un rang sur deux et en transformant la taille gobelet en taille cordon) sont situées l'une à côté de l'autre (**tableau 1**).

**Tableau 1 : Parcelles de Saint-Etienne-la-Varenne**

<b>Cépage</b>	Gamay	
<b>Porte-greffe</b>	SO4	
<b>Sol</b>	Granitique	
<b>Parcelle</b>	<b>Non transformée</b>	<b>Transformée</b>
<b>Sable</b>	75 %	77 %
<b>Argile</b>	7 %	7 %
<b>Année de plantation</b>	1988	1985 et 1992
<b>Densité de plantation</b>	1,1 m x 1 m	2,2 m x 1 m
<b>Taille</b>	Gobelet/échalas	Cordon

3 modalités sont comparées sur chaque parcelle (4 répétitions en blocs – **tableau 2**).

**Tableau 2 : Description des modalités**

### Non transformée

<b>C</b>	Témoin désherbé chimiquement
<b>E</b>	Enherbement sur l'inter-rang et désherbage chimique sur le rang
<b>M</b>	Désherbage mécanique sur l'inter-rang et sur le rang

### Transformée (en avril 2008)

<b>EC</b>	Enherbement sur l'inter-rang et désherbage chimique sur le rang
<b>EM</b>	Enherbement sur l'inter-rang et désherbage mécanique sur le rang
<b>M</b>	Désherbage mécanique sur l'inter-rang et sur le rang

L'enherbement (à base de pâturin des prés) a été mis en place au printemps 2008 : ½ de la surface sur la partie non transformée et ⅓ de la surface sur la partie transformée.

Les contrôles suivants sont réalisés :

- poids des bois de taille, surface externe du couvert végétal vigne (SECV), analyses des pétioles début véraison, pourriture grise ;
- observations floristiques ;
- contrôles classiques à la vendange : composantes du

rendement, qualité des baies ;

- minivinifications (40 kg) : une minicuve = ensemble des 4 répétitions ;
  - analyse de terre, analyse biomasses microbienne et lombricienne en début et fin d'expérimentation.
- L'étude a été conduite sur 6 années (2008-2013).

## Opérations d'entretien du sol (tableau 3)

Le nombre d'interventions dépend, bien entendu, des caractéristiques climatiques du millésime (voir ci-contre) qui favorisent plus ou moins le développement des adventices ou de l'herbe semée.



Désherbage mécanique

**Tableau 3** : Nombre d'interventions annuelles (moyenne sur 6 ans)

### Non transformée

<b>C</b>	2,2 passages désherbage chimique (mixte : glyphosate/flazasulfuron puis isoxaben-oryzalin)
<b>E</b>	2 passages désherbage chimique sous le rang (mixte : id ci-dessus) et 2 tontes de l'inter-rang
<b>M</b>	4,3 passages désherbage mécanique (buttage, débattage, lames sous le rang + charrue et griffes sur l'inter-rang)

### Transformée

<b>EC</b>	1,8 passage désherbage chimique (id ci-dessus) sous le rang et 2 tontes de l'inter-rang
<b>EM</b>	3 passages désherbage mécanique sous le rang (id ci-dessus) et 2 tontes de l'inter-rang
<b>M</b>	4,7 passages désherbage mécanique (id ci-dessus)

## Caractéristiques climatiques des millésimes

2009 et 2011 ont été les années les plus chaudes et les plus sèches (plutôt l'été pour 2009 et le printemps pour 2011). A l'inverse, 2008 a été frais et humide, en particulier l'été.

Les autres millésimes sont dans la moyenne au niveau température. 2010 a été sec en été, contrairement à 2012, arrosé en début de printemps et en été. 2013 a été caractérisé par des pluies moyennes, un printemps frais et un été chaud.

## Résultats

### 1. Observations floristiques

Dans l'ensemble, les parties dés herbées chimiquement présentent très peu de développement d'adventices (taux de recouvrement <1 %). Les développements d'adventices ont été faibles en 2008 sur les parties dés herbées mécaniquement, malgré la pluviosité du millésime. Cela s'explique par le passé de dés herbage chimique des deux parcelles.

Les parties dés herbées mécaniquement présentent des salissements variables suivant les années. Sur la partie non transformée, ces développements restent convenables (20 %), alors que, sur la partie transformée, ils peuvent être très importants en cas de printemps humides : jusqu'à 80 % en 2012 et 2013 en été. Egalement en cas de début d'été pluvieux : cas de 2011. Mais les interventions ont également été moins nombreuses ces années sur la partie transformée.

En termes floristiques, les deux parcelles sont à dominante sétaire-digitaire, morelle et séneçon. On note une proportion moins importante de morelle sur

les parties dés herbées chimiquement à partir de 2010, en lien avec le changement d'herbicide de pré-levée : flazasulfuron puis isoxaben-oryzalin.

Les parties dés herbées mécaniquement présentent un développement plus important de liseron et d'amarante sur la partie non transformée. Sur la partie transformée, la même constatation est faite avec, en plus, développement du séneçon. On note également la présence de rumex petite oseille et plantain en fin d'expérimentation.

Les parties en herbées (initialement à base de pâturin des prés) sont restées présentes tout au long des 6 années. Même si la surface réellement couverte a pu fluctuer, elle est toujours restée au minimum à 70-80 % de la surface initiale. Par contre la flore a évolué, avec implantation de trèfle blanc, de trèfle des champs et présence ponctuelle de séneçon, d'érigéron et de nombreuses composées.

## 2. Résultats viticoles

### Bois de taille

Sur la partie non transformée, C a tendance à être plus vigoureux que E les 3 premières années d'étude, mais sans différence significative.

Sur la partie transformée, EM est moins vigoureux, avec, en moyenne, un poids du sarment inférieur de 25 %. Les

différences sont significatives 3 années sur 5 avec M et 2 années sur 5 avec EC.

A noter qu'aucune différence n'a été mise en évidence sur la SECV.

### Analyses pétiolaires (tableau 4)

Les différences sont peu nombreuses et variables d'un millésime à l'autre sur la partie non transformée. La modalité E présente des teneurs en azote plus faibles, en particulier par rapport à C, mais les différences ne sont significatives que 2 années sur 6.

Sur la partie transformée, les teneurs en azote des modalités enherbées (EC et EM) sont inférieures et de façon significative 4 années sur 6, mais avec des écarts faibles : 5-7 % en moyenne. EM présente un poids de pétiole inférieur (les différences n'étant pas significatives), en lien avec sa vigueur plus faible.

Tableau 4 : Analyses pétiolaires (moyenne 2008-2013)

	Non transformée			Transformée		
	C	E	M	EC	EM	M
Poids 50 pétioles g	5,8	5,8	5,7	6,6	6,0	6,8
N g/kg	6,0	5,4	5,7	5,4	5,5	5,8
Ca g/kg	16,7	16,0	16,2	14,9	14,1	15,7
P g/kg	1,4	1,4	1,0	2,6	2,8	2,3
K g/kg	36,7	36,9	35,0	29,6	30,3	25,7
Mg g/kg	3,4	2,8	3,0	2,9	2,5	3,0
K/Mg	12	14	13	11	13	10

### Résultats à la vendange (tableau 5)

Sur la partie non transformée, le rendement est très légèrement supérieur sur la modalité C (10 % en moyenne) mais les différences ne sont significatives qu'une seule année. Le poids moyen des baies est plus faible sur E, notamment par rapport à C, 3 années sur 6. Le pH des baies de E est inférieur 2 années sur 6. Aucun effet sur la sensibilité à la pourriture grise n'est mis en évidence.

Les baies de la modalité E sont moins riches en azote ammoniacal (3 années par rapport à M et 4 années par rapport à C) : 79 mg/L en moyenne contre 92 pour M et 95 pour C.

Sur la partie transformée, on ne constate ni de différence de rendement, ni de différence de maturité des baies. La modalité M est plus sensible à la pourriture grise 2 années sur 4.

Les baies des modalités enherbées sont moins riches en azote ammoniacal, la modalité EC étant plus riche que EM : 50 mg/L pour EM, 64 pour EC et 82 pour M.

Tableau 5 : Résultats de récolte (moyenne 2008-2013)

	Non transformée			Transformée		
	C	E	M	EC	EM	M
Poids vendange kg/cep	1,45	1,42	1,37	1,95	1,93	2,07
Nombre de grappes /cep	13,6	13,9	13,5	15,0	14,9	15,4
Poids grappe g	106	102	100	136	135	138
Poids 100 baies g	214	198	205	202	199	202
Degré probable % vol.	11,4	11,5	11,6	11,5	11,4	11,5
Acidité totale g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L	6,1	6,1	6,1	5,8	5,8	5,8
pH	3,19	3,17	3,19	3,17	3,16	3,19
Azote ammoniacal mg/L	95	79	92	64	50	82
Fréquence pourri %	29	23	24	34	16	42
Intensité pourri %	3,7	2,8	3,3	3,7	2,1	6,7

## 3. Résultats sur le sol

### Analyses de terre

On ne constate pas de différence d'évolution des paramètres mesurés sur la partie non transformée. Sur

la partie transformée, le taux de matière organique chute de façon plus importante sur la partie désherbée mécaniquement.

### Micro-organismes (analyses réalisées en collaboration avec le laboratoire SEMSE)

Sur la partie non transformée (**tableau 6**), la biomasse microbienne et l'azote potentiellement minéralisable sont inférieurs sur C.

Sur la partie transformée (**tableau 7**), EM présente une biomasse microbienne et un azote minéralisable supérieurs à M, lui-même présentant des valeurs supérieures à EC sur ces 2 paramètres.

Ces derniers sont supérieurs sur l'inter-rang dans les modalités enherbées (E et EC), excepté pour la modalité EM.

Ils sont d'ailleurs bien corrélés entre eux, excepté pour les inter-rangs des modalités enherbées de la partie transformée. Ils sont également corrélés au pH du sol, plus particulièrement l'azote minéralisable, sauf, là encore, pour les inter-rangs des modalités enherbées de la partie transformée.

### Lombriciens (analyses réalisées en collaboration avec l'Université Rennes 1)

Sur la partie non transformée (**tableau 6**), l'abondance lombricienne est supérieure sur M par rapport à E, C étant intermédiaire. M présente également une biomasse lombricienne plus élevée mais à la fois par rapport à E et à C.

Sur la partie transformée (**tableau 7**), on ne constate pas de différence sur l'abondance. La biomasse lombricienne est par contre inférieure sur M.

Il est à noter la faible diversité spécifique du milieu, qui est très affecté par les pratiques agricoles.

**Tableau 6 :** Non transformée - Biomasse microbienne, azote potentiellement minéralisable et données lombrics (printemps 2014)

	Trt stat	C	E	M
<b>MOV* 0-2 mm</b> mg C/kg	S	61 b	129 a	131 a
<b>MOV % Ct</b> %	S	2,0 b	3,4 a	3,2 ab
<b>N min 0-2 mm</b> mg/kg	S	3,7 b	7,5 a	7,6 a
<b>N min % Nt</b> %	S	1,6 b	3,5 ab	4,2 a
<b>Abondance lombrics</b> individus/m <sup>2</sup>	S	59 ab	40 b	88 a
<b>Biomasse lombrics</b> g/m <sup>2</sup>	S	31,4 b	29,6 b	83,3 a

\* Matière Organique Vivante

**Tableau 7 :** Transformée - Biomasse microbienne, azote potentiellement minéralisable et données lombrics (printemps 2014)

	Trt stat	EC	EM	M
<b>MOV* 0-2 mm</b> mg C/kg	S	126 c	304 a	164 b
<b>MOV % Ct</b> %	ns	5,1	6,4	4,6
<b>N min 0-2 mm</b> mg/kg	S	6,4 c	18,1 a	12,1 b
<b>N min % Nt</b> %	S	3,7 b	6,9 a	5,4 ab
<b>Abondance lombrics</b> individus/m <sup>2</sup>	ns	109	87	65
<b>Biomasse lombrics</b> g/m <sup>2</sup>	S	86,2 a	50,5 a	30,8 b

## 4. Résultats œnologiques

Les différentes modalités ont été vinifiées en vin de garde, en minicuves de 40 kg de vendange. Une minicuve correspond à l'assemblage des 4 répétitions. La levure utilisée est L1515 et la durée de macération est

de 6-7 jours. Un ajout d'azote a été réalisé si la teneur en azote ammoniacal des moûts était faible. Cet ajout a été quasi-systématique sur la partie transformée.

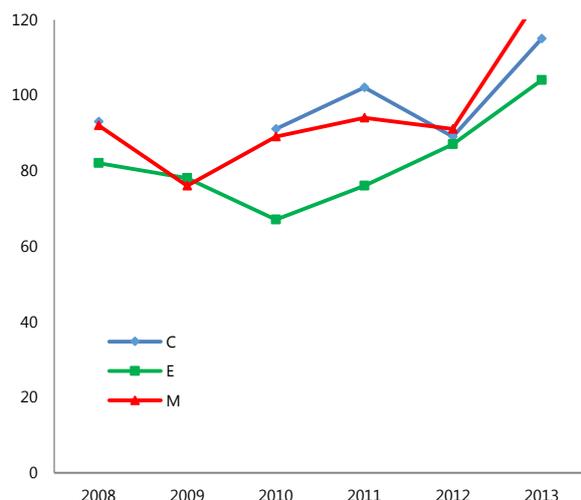


Pressurage d'un vin rouge de Gamay

## Déroulement des fermentations

Les fermentations alcooliques (FA) sont en général plus longues sur les modalités enherbées sur l'inter-rang, que ce soit sur la partie non transformée ou la partie transformée : 4 années sur 6. Les différences sont toutefois au maximum de 3 jours et en moyenne d'une journée.

Sur la partie non transformée, M présente également des durées de FA plus importantes 3 années sur 6, mais d'une seule journée.



**Figure 1** : Azote ammoniacal encuvage (mg/L) en fonction des millésimes - Partie non transformée

Ces écarts sont à relier aux teneurs en azote ammoniacal des moûts, plus faibles sur les modalités enherbées : 2 % à 26 % en moins avec une moyenne de 16 % sur la partie non transformée (**figure 1**), 18 % à 52 % en moins

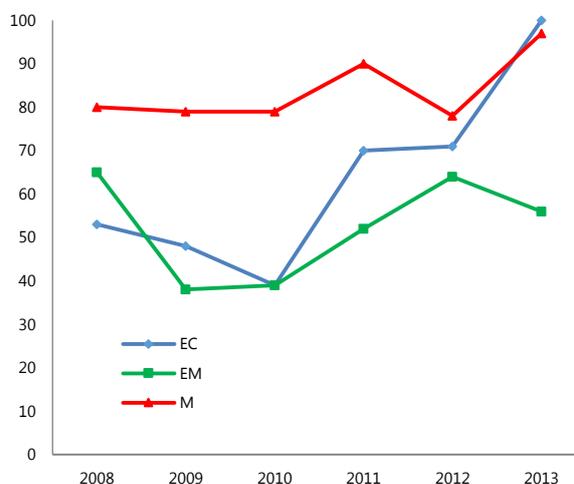
## Analyses des vins embouteillés (tableau 8)

Sur la partie non transformée, l'acidité totale est supérieure sur E, 4 années sur 6, en lien avec une acidité volatile (AV) légèrement plus élevée, mais les écarts sont faibles (+0,1 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/L en moyenne par rapport à C). Le pH de cette modalité est plus faible que celui de C (-0,02 en moyenne), 3 années sur 6, comme cela avait déjà été noté sur baies.

L'intensité colorante est inférieure pour C, 3 années sur 6, en lien avec sa teneur en anthocyanes par rapport à M et son pH par rapport à E. C est également inférieur en indice polyphénols totaux (IPT), notamment par rapport à M, et moins riche en tanins par rapport à M et E, 4 années sur 6.

Sur la partie transformée, l'AV est supérieure sur EC, 5 années sur 6, en particulier par rapport à M, avec un écart de 0,04 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/L en moyenne. On ne constate pas de différence sur les caractéristiques de couleur et sur les polyphénols.

avec une moyenne de 38 % sur la partie transformée (**figure 2**).



**Figure 2** : Azote ammoniacal encuvage (mg/L) en fonction des millésimes - Partie transformée

Les teneurs sont plus faibles sur la partie transformée, en liaison avec la proportion plus importante de surface enherbée (⅓ contre ½).

Les parties désherbées mécaniquement (M par rapport à C dans la partie non transformée et EM par rapport à EC dans la partie transformée) ont tendance à présenter des teneurs en azote plus faibles et des durées de FA plus importantes que les parties désherbées chimiquement, en liaison avec un développement d'adventices plus important. Les différences restent cependant faibles.

**Tableau 8** : Analyses des vins embouteillés (moyenne 2008-2013)

	Non transformée			Transformée		
	C	E	M	EC	EM	M
<b>Acidité totale</b> g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L	3,44	3,54	3,48	3,46	3,49	3,53
<b>Acidité volatile</b> g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L	0,19	0,22	0,19	0,24	0,21	0,20
<b>pH</b>	3,54	3,52	3,53	3,51	3,50	3,49
<b>Intensité colorante</b> 420+520+620	5,10	5,37	5,49	6,85	6,69	6,83
<b>Indice polyphénols totaux</b>	40	41	41	45	45	46
<b>Anthocyanes</b> mg/L	158	154	164	190	182	190
<b>Tanins</b> mg/L	1471	1515	1539	1721	1724	1741

## Analyses sensorielles

Les vins ont été dégustés 7-8 mois après la fin des vinifications, puis 1 an plus tard. Certains millésimes ont également été redégustés 2 ans plus tard.

Les différences observées sont rarement significatives et très variables d'un millésime à l'autre, en particulier en première dégustation. Sur la partie non transformée, à la deuxième dégustation, la tannicité est supérieure sur E

par rapport à C, 2 années sur 6. L'intensité acide est plus faible pour E par rapport à M à la troisième dégustation, 2 années sur 4. Sur la partie transformée, EC est mieux noté visuellement que EM lors de la dégustation +1 an, 2 années sur 6. L'intensité acide est jugée plus importante sur M par rapport à EM lors de la dégustation +2 ans, 2 années sur 4.

## 5. Résultats économiques (figure 3)

L'estimation des coûts a été réalisée avec l'outil Viticoût®, uniquement à partir des interventions réalisées pour l'entretien du sol et en prenant en compte l'évolution annuelle des coûts des différents postes (carburant, fournitures, main d'œuvre – voir en encart Hypothèse pour le calcul des coûts).

Des variations annuelles (données non présentées) sont enregistrées, en lien avec les interventions réalisées et les produits (herbicides) utilisés.

En moyenne sur la partie non transformée, la modalité C présente un coût global inférieur, caractérisé par une forte proportion de fournitures (herbicides) et un faible recours à la main d'œuvre. La modalité E, avec un coût global supérieur de 10 %, double le recours à la main d'œuvre, la proportion outil-traction augmentant par rapport à C. La modalité M est la plus coûteuse (+35 % par rapport à C), avec un recours important à la main d'œuvre (6 fois plus que C) et à la traction (un peu plus de 2 fois plus que C).

Sur la partie transformée, c'est la modalité M qui présente le coût global le plus faible, toujours avec un recours important à la traction et aux outils. Mais les autres modalités sont très proches sur ce poste. La modalité EC, avec un coût supérieur de 11 %, se caractérise, outre l'emploi des herbicides, par une diminution de l'emploi de main d'œuvre (-25 %). La modalité EM est la plus coûteuse (+27 % par rapport à M), avec un recours légèrement supérieur à la main d'œuvre (+8 %) et surtout une augmentation des coûts liés aux postes outil et traction (+32 % et +35 % respectivement par rapport à C et à EC).

Si on compare les deux essais, au niveau des modalités communes, on constate que la transformation du mode

de conduite permet de diminuer le coût de l'entretien du sol de 15 % pour enherbement inter-rang/désherbage chimique rang (E et EC) et de 38 % pour le désherbage mécanique intégral (M), permettant de faire passer cette technique de la moins intéressante sur la partie non transformée à la plus intéressante sur la partie transformée, économiquement parlant.

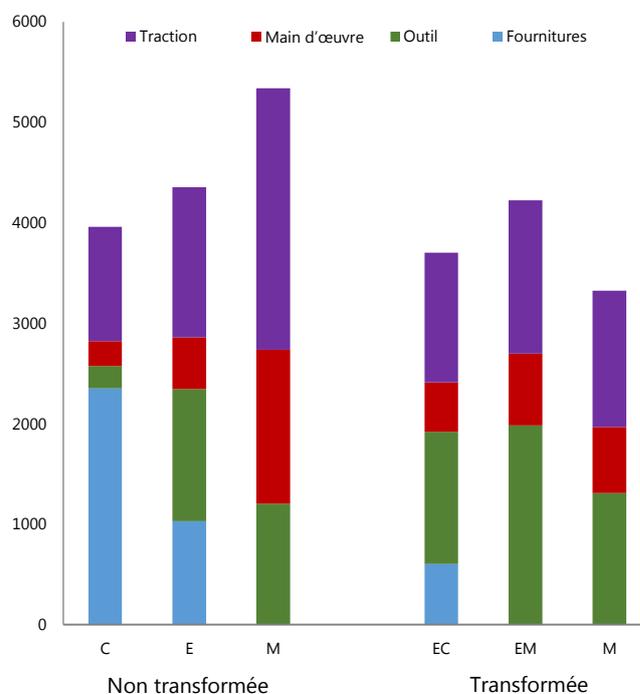


Figure 3 : Coûts en euros par ha pour l'entretien du sol

### Hypothèses pour le calcul des coûts

#### Non transformée

Tracteur enjambeur 60 000€

Travail sur 2 rangs par passage pour la tonte et le désherbage chimique

Combinaisons de travail du sol intercep et inter-rang

#### Transformée

Tracteur interligne 35 000€

Travail sur 1 rang par passage pour tous les matériels

Les outils de travail dans l'inter-rang sont utilisés à 6 km/h, les interceps à 2,5. La plus petite vitesse est prise en compte dans le cas des combinaisons.

Pour le coût de la main d'œuvre, deux catégories sont distinguées : qualifiée (pour les opérations avec machine) et non qualifiée avec des coefficients différents appliqués au SMIC horaire brut (source INSEE).

Le coût du carburant est issu des publications Agreste.

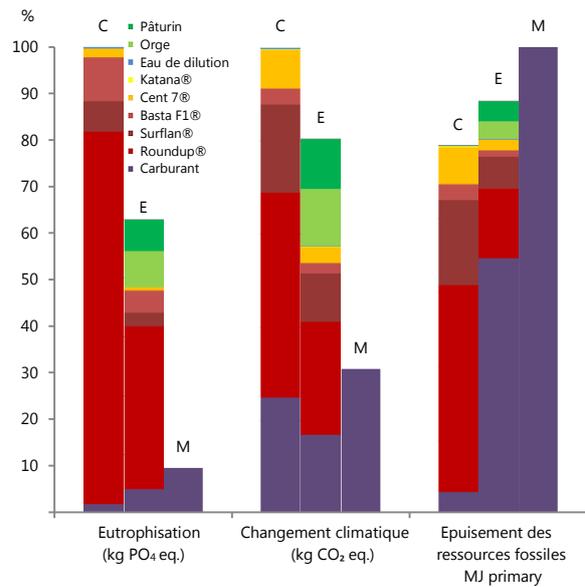
## 6. Evaluation environnementale

Une évaluation des impacts environnementaux de type ACV (évaluation reprenant les principes de la méthode de l'ACV, sans la phase de revue critique externe indispensable à la qualification d'ACV selon la norme internationale ISO 14040) a été réalisée pour comparer les 3 modes d'entretien du sol sur les deux essais. Cette étude prend en compte les produits suivants : semences, herbicides et eau de dilution, carburant consommé par les engins agricoles. Deux types de flux n'ont pas été pris en compte : l'eau de lavage du pulvérisateur et les engins agricoles eux-mêmes. Ainsi, la fabrication et la fin de vie des engins agricoles ne sont pas prises en compte alors que la fabrication des herbicides et les émissions liées à leur application le sont. Les périmètres ne sont donc pas constants entre les modalités désherbage chimique et mécanique. La lecture des résultats comparatifs présentés ci-dessous doit prendre en compte cette limite.

Les impacts environnementaux sont exprimés selon 3 indicateurs : le changement climatique, l'eutrophisation et l'épuisement des ressources fossiles (cf : Quels impacts environnementaux de la production de vin en Beaujolais ? p 10)

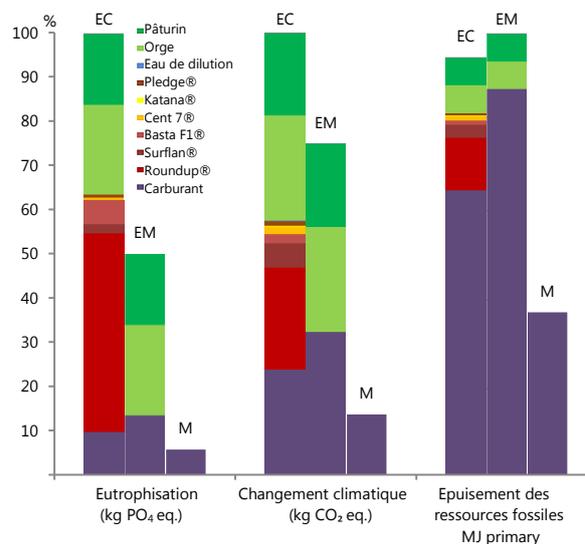
Sur la partie non transformée (**figure 4**), C présente l'impact environnemental le plus important sur deux indicateurs en raison principalement de l'utilisation d'herbicides dont la fabrication impacte le changement climatique et les émissions liées à l'application au champ qui se retrouvent dans l'indicateur d'eutrophisation. A l'inverse, M a beaucoup moins d'influence sur ces indicateurs. E est intermédiaire, mais plus proche de C, du fait de l'utilisation d'herbicides sur le rang mais également de l'impact non négligeable des semences (production) sur ces indicateurs. Logiquement M présente l'effet le plus important sur l'épuisement des ressources fossiles, principalement du fait de la consommation en carburant. C et E sont tout de même assez proches de M, en lien avec la fabrication des herbicides pour C (et dans une moindre mesure pour E) et la consommation de carburant pour les tontes sur E. Il est à noter le fort impact du Roundup® sur ces 3 indicateurs dans le cas des parties désherbées chimiquement.

Sur la partie transformée (**figure 5**), on retrouve l'influence des herbicides et de la production de semences (d'autant plus que la surface enherbée est plus importante que dans la partie non transformée) sur les indicateurs eutrophisation et changement climatique, ainsi que le peu d'influence de M comparativement. L'épuisement des ressources fossiles



**Figure 4 :** Evaluation environnementale – Partie non transformée

est plus important sur les modalités enherbées, du fait principalement de la consommation de carburant liée aux tontes. M semble donc avoir un impact environnemental plus faible que les modalités enherbées sur ces 3 indicateurs. Il est cependant probable qu'une évaluation environnementale prenant en compte la fabrication et la fin de vie des engins agricoles augmenterait les impacts de M par rapport à EC et EM.



**Figure 5 :** Evaluation environnementale – Partie transformée

## Conclusion

Dans la partie non transformée, les modalités expérimentées donnent des résultats très proches aux niveaux viticole et œnologique. En particulier, la modalité enherbée sur l'inter-rang est peu impactée par la concurrence de l'enherbement, même si des écarts, toutefois faibles, sont enregistrés sur l'azote pétiolaire ou l'azote ammoniacal des moûts. Le désherbage mécanique n'a pas non plus de répercussion sur la vigne ou les baies : le développement des adventices a en général été bien contrôlé, ne permettant pas de concurrence avec la vigne et le passage des outils ne semble pas avoir eu de répercussion sur le fonctionnement du système racinaire. Les vins ne présentent pas de différence à la dégustation, même si le désherbage chimique a tendance à diminuer la couleur et la richesse en tanins des vins.

Cette dernière modalité reste la moins coûteuse, en particulier en termes de main d'œuvre. Le désherbage mécanique revient nettement plus cher et se montre gourmand en main d'œuvre. L'enherbement sur l'inter-rang se situe de façon intermédiaire sur ce plan économique.

L'impact de ces modalités sur les organismes du sol est sensiblement différent pour les microorganismes et les lombriciens. La biomasse microbienne s'avère principalement dépendante des entrées de carbone *via* les plantes (enherbement ou adventices). L'efficacité du désherbage chimique se traduit par un niveau minimal de la biomasse microbienne, alors que les valeurs les plus élevées sont enregistrées sous l'enherbement. Comme les microorganismes, les populations lombriciennes sont favorisées par les entrées de matière organique, mais elles sont aussi fortement affectées par l'humidité du sol. A cet égard, l'enherbement provoque un assèchement plus marqué du sol, ce qui limite les effets bénéfiques attendus sur l'abondance et la biomasse lombricienne. A l'opposé, le désherbage mécanique permet une meilleure conservation de l'humidité du sol. Cela permet de bien valoriser l'apport trophique non négligeable représenté par des adventices plus nombreuses que sous désherbage chimique. Le travail du sol, lorsqu'il reste superficiel comme ici pour le désherbage, ne provoque donc pas de perturbations préjudiciables pour les lombrics comme cela a été rapporté pour le labour en grandes cultures.

Dans la partie transformée, l'effet de l'enherbement de l'inter-rang est plus marqué sur la vigueur, l'azote pétiolaire et l'azote des moûts, par rapport au désherbage mécanique intégral. Le fait que la surface enherbée soit plus importante que sur la partie non

transformée ( $\frac{3}{8}$  contre  $\frac{1}{2}$  de la surface) explique cet impact significatif. Il en résulte un écart sur la durée de fermentation alcoolique mais sans effet sur le vin et sa qualité et une moindre sensibilité à la pourriture grise. On ne constate pas de différence au niveau du rendement.

Par contre les deux modalités enherbées ont un coût économique plus important, surtout la modalité avec désherbage mécanique sur le rang. Contrairement à la partie non transformée, c'est donc le désherbage mécanique intégral qui est le plus intéressant du point de vue économique, ici. Il revient même moins cher que le désherbage chimique intégral de la partie non transformée.

Ici encore les modalités ont des effets variables selon les organismes du sol considérés. Pour la biomasse microbienne, on retrouve bien l'effet favorable des entrées de carbone *via* les plantes, avec des valeurs toujours les plus élevées dans les inter-rangs enherbés et des valeurs minimales sous désherbage chimique. En revanche, pour les lombriciens, la variabilité spatiale du dispositif ne permet pas de mettre en évidence des différences statistiquement significatives sur leur abondance (en nombre d'individus par m<sup>2</sup>). En termes de biomasse lombricienne, les modalités EC et EM sont supérieures à M, ce qui signifie que les vers de terre sont en moyenne plus petits pour cette dernière modalité. Cela reste logique car les individus survivant aux désherbages mécaniques sont ceux évitant cette perturbation et donc possédant une biomasse plus faible. Le contrôle plus ou moins efficace des adventices a un impact à la fois sur les entrées de matière organique et sur le régime hydrique du sol, ces deux facteurs jouant de façon opposée sur les lombriciens.

Au niveau de l'évaluation environnementale, M semble avoir un impact plus faible que les autres modalités aussi bien sur la partie transformée que sur la partie non transformée, sur les indicateurs considérés. Il est probable qu'une évaluation environnementale prenant en compte la fabrication et la fin de vie des engins agricoles augmenterait les impacts de M par rapport aux autres modalités.

De façon à améliorer la faisabilité de ces techniques d'entretien du sol et leur appropriation par les viticulteurs, de nouvelles expérimentations ont été mises en place, d'une part pour limiter la concurrence de l'enherbement par l'utilisation d'engrais vert, et, d'autre part, pour faciliter l'entretien du rang de vigne par l'enherbement sous le rang, l'inter-rang étant désherbé mécaniquement.

Remerciements : Les travaux présentés ont bénéficié du soutien financier de la région Rhône-Alpes .

# Impacts phytosanitaires et agronomiques de trois systèmes de production en Beaujolais-Villages : conventionnel, raisonné et biologique.

Jean-Yves Cahurel, IFV, jean-yves.cahurel@vignevin.com,  
Thierry Decouchant, SICAREX Beaujolais.

Depuis quelques années, la prise de conscience des déséquilibres occasionnés par la viticulture devient de plus en plus importante. Ces déséquilibres proviennent de plusieurs sources, principalement la lutte phytosanitaire (emploi de pesticides dangereux pour l'homme, la faune et la flore auxiliaires), la non-culture (herbicides) et la fertilisation. Ils portent sur l'environnement et la santé humaine, sujets qui préoccupent de plus en plus non seulement les viticulteurs et professionnels de la filière mais aussi les consommateurs et l'opinion publique en général. En prolongement de ce concept, vient se greffer la notion d'agriculture durable avec le souci de laisser aux générations futures une terre propre.

Des efforts importants ont été faits en Beaujolais afin de promouvoir une viticulture plus soucieuse de l'environnement : Obser'VIGNE (groupes de lutte raisonnée), Terra Vitis®, Contrat de lutte contre l'érosion... A ceci vient s'ajouter la montée en puissance de la viticulture biologique, avec des objectifs très proches de la viticulture raisonnée, soutenue d'ailleurs financièrement par les décideurs gouvernementaux.

Les influences de ces trois systèmes de production, au vignoble sur l'environnement sont donc intéressantes à étudier, sans oublier d'intégrer leurs effets sur la qualité du vin, souci majeur d'une AOP, et sur les coûts.

L'originalité d'une telle étude est d'englober tous les aspects de la conduite de la vigne et donc de mettre en évidence l'impact réel d'un itinéraire technique donné.

## Dispositif expérimental

Cette expérimentation a été mise en place en 2003 sur une parcelle à sol superficiel et à pente faible (8 %), les caractéristiques sont décrites dans le **tableau 1**.

**Tableau 1 : Parcelle de Saint-Etienne-la-Varenne**

<b>Sol</b>	Granitique (61 % sables, 14 % argile)
<b>Année de plantation</b>	1988
<b>Cépage / Porte-greffe</b>	Gamay N cl 222/ SO4
<b>Densité de plantation</b>	9 090 cep/ha (1,1 x 1 m)
<b>Taille</b>	Gobelet

3 systèmes sont comparés (3 répétitions en blocs) :

- conventionnel (**C**) : application d'un calendrier préétabli pour les traitements phytosanitaires et désherbage chimique sur toute la surface ;
- raisonné (**R**) : respect du cahier des charges Terra Vitis®, utilisation du POD (Processus Opérationnel de Décision) Mildium à partir de 2010 pour les traitements contre le mildiou et l'oïdium. Désherbage chimique sur toute la surface en début d'expérimentation, enherbement spontané de tous les inter-rangs à partir de 2008, puis 1 inter-rang sur 2 à partir de 2012, l'autre inter-rang étant désherbé chimiquement ;
- biologique (**B**) : respect du cahier des charges de l'agriculture biologique. Désherbage mécanique sur toute la surface.

Les contrôles suivants sont réalisés et leurs résultats présentés ici :

- poids des bois de taille ;
- observations maladies ;
- contrôles classiques à la vendange : composantes du rendement, qualité des baies.

D'autres contrôles, mesures et études (sol, vin, ACV, coûts...) ont été réalisés sur cet essai mais seront présentés lors d'une demi-journée spécifique.

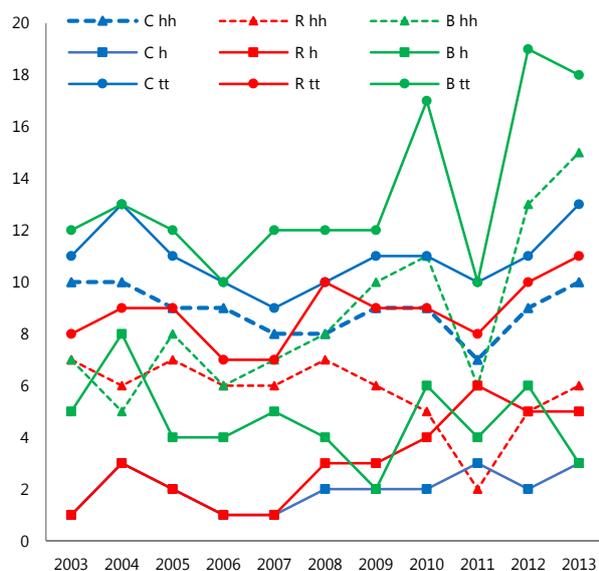
L'étude a été conduite sur 11 ans (2003-2013). La parcelle ayant été touchée par la grêle en 2005, les résultats à la vendange ne sont pas disponibles pour cette année.



Parcelle de Saint-Etienne-la-Varenne

## Lutte phytosanitaire

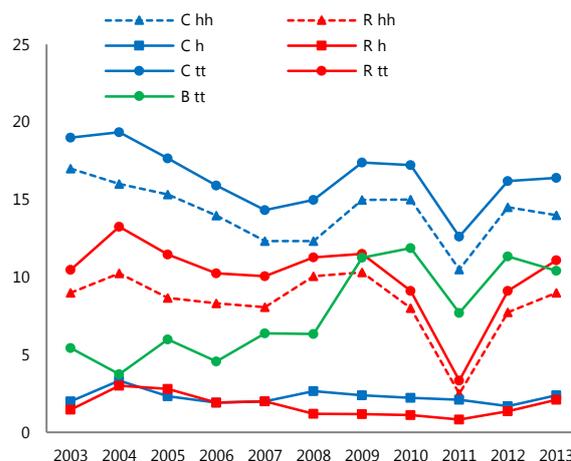
Pour la lutte contre les maladies et ravageurs, le nombre de passages (**figure 1**) est inférieur sur R avec 5,7 passages/an en moyenne. Les modalités C et B impliquent plus de passages (respectivement 8,9 et 8,7 passages/an en moyenne), les passages sur B ayant été augmentés à partir de 2008. Ce nombre de passages varie en fonction des millésimes, en lien avec les conditions climatiques et le développement parasitaire qui en découle. En particulier, l'effet des millésimes 2011 et 2012, opposés à ce niveau, est très net, plus particulièrement sur R et B.



**Figure 1 :** Nombre de passages annuels pour la lutte phytosanitaire (h : herbicide ; hh : hors herbicide ; tt : total)

En termes d'IFT (Indice de Fréquence de Traitement) (**figure 2**), toujours pour cette partie lutte contre les maladies et ravageurs, cela se traduit par des valeurs élevées pour C (14,2 en moyenne, proche de la valeur de référence régionale : 15,9). R voit son IFT diminuer à partir de 2010, du fait de l'application du POD Mildium, alors que B au contraire augmente son IFT à partir de 2009, du fait de l'utilisation de soufre en phytosanitaire à la place d'un engrais foliaire contenant du soufre et de l'ajout de traitements anti-botrytis à base de *Bacillus subtilis*. L'augmentation d'IFT de R en 2013 s'explique par une augmentation de la protection anti-oidium consécutif à la présence d'oidium sur cette modalité.

Concernant l'entretien du sol, le nombre de passages est identique sur C et R (2 passages/an en moyenne) jusqu'en 2007. Puis s'ajoutent les tontes sur R (2 par an en moyenne). Le nombre de passages est beaucoup plus important sur B avec 4,6 passages/an (battage – débattage - 2-3 griffages sur l'inter-rang + lames sur le rang), avec des fluctuations annuelles plus importantes,



**Figure 2 :** IFT annuels par modalité (h : herbicide ; hh : hors herbicide ; tt : total)

du fait du lien entre conditions climatiques du millésime et développement des adventices (par exemple opposition 2011-2012 là encore). A noter que le développement des adventices peut être important sur cette modalité certaines années humides.

En termes d'IFT herbicides, B est évidemment à 0 puisqu'aucun herbicide n'est utilisé. C et R sont au même niveau jusqu'en 2007, puis le passage à l'enherbement de tous les inter-rangs permet à R une diminution conséquente de l'IFT (divisé par 2). La reprise du désherbage chimique un inter-rang sur deux à partir de 2012 augmente l'IFT, qui reste légèrement inférieur à celui de C (-15 %), ce qui correspond à la surface de la bande enherbée (réduite à 30-40 cm de large).

En prenant en compte la totalité des passages, R reste inférieur, C et B étant à peu près au même nombre de passages, excepté ces dernières années (B supérieur). B et R sont équivalents en termes d'IFT totaux (inférieur pour B en début d'expérimentation et supérieur à partir de 2010), C étant supérieur.

Le cumul de cuivre métal utilisé sur la modalité B est en moyenne sur les 11 années d'expérimentation de 4,5 kg/ha, les moyennes glissantes sur cinq ans étant inférieures à 30 kg/ha.

Les maladies et ravageurs ont été dans l'ensemble bien contrôlés sur ces onze années d'expérimentation. Certaines années, des développements de mildiou (2005, 2007, 2009, 2010, 2013) ou de black-rot (2005, 2009, 2010), ont été observés, en particulier sur la modalité B, mais sont restés faibles en intensité. Des attaques plus conséquentes de mildiou ont été enregistrées en 2008 et 2012, provoquant des dégâts sur grappes, particulièrement importants sur B. Ainsi, à la vendange 2012, l'intensité sur grappe était de 32 % sur B contre 13 % pour C et 10 % pour R.

Quelques foyers d'oidium ont été détectés en 2013 sur la modalité R.

# Résultats viticoles

## 1. Bois de taille (figure 3)

B est moins vigoureux que C de façon quasi-systématique, les différences étant significatives huit années sur onze (-19 % en moyenne). R l'est également par rapport à C (-15 % en moyenne) mais seulement cinq années sur onze. Ces années correspondent aux millésimes où R est resté enherbé sur tous les inter-rangs. La grosse chute de vigueur occasionnée par cet enherbement en 2011 (presque moitié moins par rapport à C), conjointement aux conditions printanières très sèches de ce millésime, est la raison pour laquelle un inter-rang sur deux a été désherbé à partir de 2012, en réduisant la bande enherbée de l'autre inter-rang. Ceci a permis de limiter la concurrence de l'herbe et de revenir à une vigueur proche de celle de C. Ces dernières années (2012 et 2013) ne différencient d'ailleurs pas les

modalités, ce qui peut s'expliquer par les conditions printanières humides de ces deux millésimes.

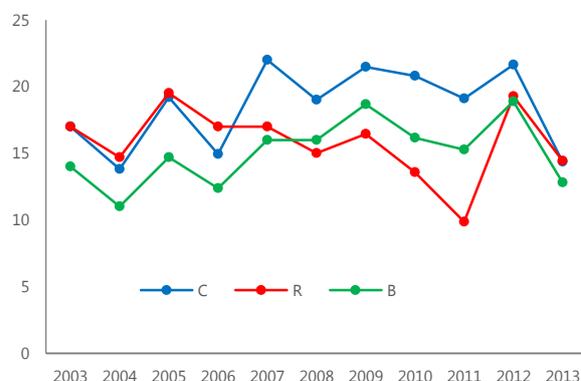


Figure 3 : Poids moyen du sarment (g) par année

## 1. Résultats à la vendange (tableau 2)

Tableau 2 : Résultats à la vendange (moyenne sur 10 ans)

	C	R	B
Poids vendange kg/cep	1,29	1,06	0,71
Nombre de grappes /cep	18,8	17,3	15,6
Poids grappe g	66	57	44
Nombre baies /grappe	44	39	33
Poids 100 baies g	160	155	146
Degré probable % vol.	11,1	11,0	11,2
Acidité totale g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L	5,4	5,3	5,4
pH	3,24	3,23	3,23

Le rendement (figure 4) est inférieur sur B : de façon significative sept années sur dix par rapport à C et cinq années sur dix par rapport à R. Cette modalité accuse en moyenne une diminution de 45 % par rapport à C et 33 % par rapport à R. L'écart est très prononcé en 2008. La modalité R présente également des niveaux de production inférieurs à C, six années sur dix. Ces années correspondent aux millésimes où R a été enherbé tous les inter-rangs. On note toutefois un gros écart entre C et les deux autres modalités en 2012 (65 % de rendement en moins sur ces deux modalités).

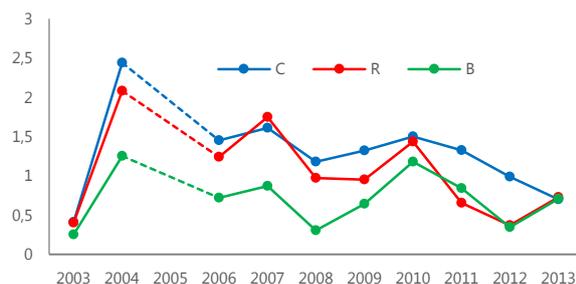


Figure 4 : Rendement (kg/cep) par année

Les rendements sont bien corrélés avec le nombre de grappes/cep ( $r^2=0,81$ ) et le poids moyen de la grappe ( $r^2=0,87$ ).

C présente en général un nombre de grappes par cep (figure 5) supérieur à B (écart significatif cinq années sur dix). R est proche de B à partir de 2009 : sa fertilité diminue suite à l'enherbement des inter-rangs. Les valeurs très faibles de 2012 pour ces deux modalités sont à rapprocher de la perte importante de vigueur enregistrée en 2011 pour R, combinée à une défoliation précoce cette année-là due au mildiou tardif et d'une attaque de mildiou plus virulente sur B en 2012.

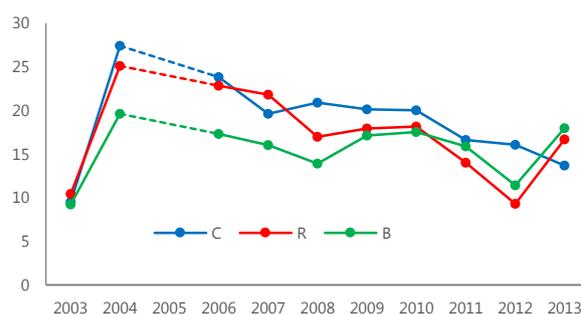
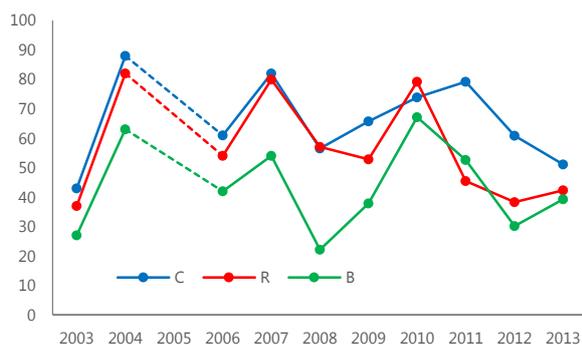


Figure 5 : Nombre de grappes par cep par année

Les différences sur le poids moyen de la grappe (figure 6) sont plus marquées. Ainsi C présente des valeurs significativement supérieures à B neuf années sur dix, et à R quatre années sur dix, notamment les trois dernières années d'expérimentation, suite à la chute de vigueur de R. R est supérieur à B six années sur dix (les années avant 2011). Le faible poids de la grappe enregistré sur B en 2012 est lié à l'attaque de mildiou.



Il Figure 6 : Poids moyen de la grappe (g) par année

en va de même en 2008. Ces différences sur le poids moyen de la grappe sont dues au nombre de baies par grappe, le poids moyen des baies présentant des écarts faibles entre les modalités.

Malgré les différences de rendement enregistrées, on ne constate pas d'impact significatif du système de conduite sur la qualité de la vendange.

La modalité B est en général plus sensible à la pourriture grise que R. Ces résultats sont tout de même variables d'une année sur l'autre et les intensités observées restent faibles (< 1 % en général, sauf en 2007 et 2008).

## Conclusion

Dans l'ensemble, les maladies et ravageurs ont été bien contrôlés sur les 3 modalités. Toutefois, les années à forte pression, la modalité B présente des attaques de mildiou plus importantes, entraînant des pertes de rendement conséquentes.

Cette modalité est déjà moins productive à la base, en lien avec une fertilité et un poids moyen de la grappe plus faibles. Ceci s'explique par une vigueur moins importante due, d'une part, au désherbage mécanique qui réduit le nombre de racines superficielles, et, d'autre part, au développement des adventices, difficile à contrôler certaines années.

La modalité R présente également un rendement plus faible que C depuis le passage à l'enherbement des inter-rangs, qui s'explique par une baisse de vigueur des ceps. L'année 2011 a été particulièrement traumatisante

pour cette modalité, d'une part, suite au printemps sec qui a provoqué une très importante chute de vigueur, et, d'autre part, à la défoliation importante en fin de campagne qui a réduit la mise en réserves. Ceci explique que, malgré une bonne reprise de la vigueur l'année suivante, le rendement est resté très faible.

L'enherbement tous les inter-rangs, sur ce type de sol superficiel, n'est donc pas à conseiller.

Ces différences de rendement influencent très peu la qualité des baies.

Au niveau des traitements phytosanitaires, C présente les IFT les plus importantes, R et B étant équivalents. R présente l'avantage de réduire le nombre de passages.

Ces résultats ont été complétés par des études au niveau œnologique, économique et environnemental qui seront présentées ultérieurement.



Remerciements : Les travaux présentés ont bénéficié du soutien financier de FranceAgriMer.

### Notes :

# Impact du niveau d'oxygène au conditionnement.

Bertrand Chatelet, SICAREX Beaujolais, bertrand.chatelet@vignevin.com.

Les veilles qualité (suivi aval qualité des interprofessions - SAQ, concours internationaux...) montrent, pour les vins à défauts, une fréquence élevée de problèmes liés au management de l'oxygène (réduction, oxydation). Les données du SAQ d'Inter Beaujolais confirment ce constat. Près de 30 % des non conformités sont attribuées à un défaut d'oxydation qui concerne tous les types de vins, même les Beaujolais nouveaux. Par ailleurs, grâce à l'apparition de méthodes de mesure plus aisées de l'oxygène dans les vins, on assiste à une prise de conscience et une ouverture de la filière à l'importance du management de ce paramètre pour la maîtrise et l'évolution de la qualité des vins. Les mesures et les contrôles d'oxygène se multiplient en production notamment au conditionnement.

Mais quel est l'impact de l'oxygène sur la qualité en fonction de la quantité globale apportée au vin, la façon dont elle est apportée et à quel stade d'élaboration ? Quel optimum et stratégie adopter en fonction de la typologie du vin (blanc, rosé, rouge), des objectifs et des profils souhaités ?

C'est pour répondre à ces questions et produire des références objectives qu'un groupe de travail à l'échelle nationale s'est constitué à partir de 2011. Animé par l'IFV et financé par FranceAgriMer, ce groupe fédère les partenaires d'expérimentations suivants : IFV, Centre du Rosé, SICAREX Beaujolais, ICV, Inter Rhône, CIVC, INRA. Les travaux portent sur différents stades d'exposition à l'oxygène : sur moût, sur vin après fermentation, au conditionnement, apporté par l'obturateur ou l'emballage au cours de la conservation du vin en bouteille.

Les résultats présentés ici se focalisent sur les conséquences de différents apports d'oxygène au conditionnement, une phase cruciale qui n'autorise aucune correction ultérieure une fois le vin embouteillé.

## Mise en place des essais et suivi réalisé

Sur une trentaine de vins (blancs, rosés et rouges) des millésimes 2011 puis 2012, issus de différents cépages et régions françaises (Alsace, Val de Loire, Bordeaux, Beaujolais, Vallée du Rhône, Provence, Languedoc, Sud-Ouest) dont 4 Gamays du Beaujolais, 3 niveaux d'oxygène ont été apportés au conditionnement :

- niveau **faible** inférieur à 1,5 mg d'oxygène par bouteille, représentant une protection maximale à ce stade
- niveau **moyen** compris entre 1,5 et 3 mg d'oxygène par bouteille, ce qui représente en production des conditions d'embouteillage « moyennes » que l'on peut qualifier de satisfaisante
- niveau **élevé** supérieur à 3,5 mg d'oxygène par bouteille, illustrant une pratique « à améliorer »; cette modalité est doublée et un sulfitage plus élevé est réalisé sur la seconde répétition (+10 à 15 mg/L), les autres modalités étant embouteillées en visant les standards régionaux de SO<sub>2</sub>.

Ces variations ont été apportées par des stratégies différentes de dissolution d'oxygène dans le vin et d'inertage pour la bouteille au remplissage. Un contrôle des niveaux d'oxygène réellement apportés est réalisé par une mesure de l'oxygène dissous et de l'espace de tête pour avoir la quantité totale piégée par bouteille (3 bouteilles par modalité, méthode par chimiluminescence non destructive).

Les bouteilles sont obturées avec des bouchons synthétiques pour contrôler l'homogénéité (Nomacorc Select 300).

Les lots de 25 bouteilles par modalité sont ensuite stockés entre 18 et 20°C. Un bilan analytique est réalisé à T0 et après 12 mois de stockage en ciblant certains indicateurs comme le SO<sub>2</sub>, certains composés d'arômes d'intérêts, les polyphénols. Une évaluation sensorielle est également réalisée à l'issue de l'année de conservation.



Opération de mise en bouteille (tirage, bouchage)

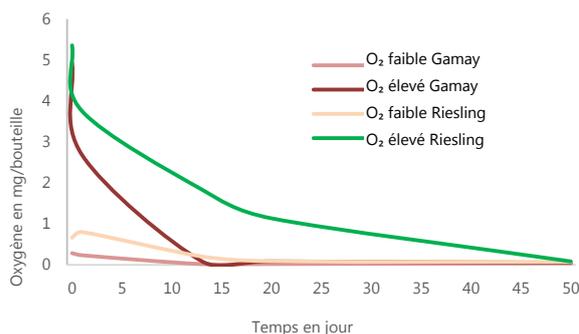


Mesure de l'oxygène dans l'espace de tête

## Consommation de l'oxygène

Pour évaluer ce paramètre (oxygène piégé au conditionnement), les mesures doivent débuter sur site au moment de la mise en bouteille. Elles se sont ensuite poursuivies pendant plusieurs semaines.

Pour tous les essais, on observe une consommation totale de l'oxygène piégé au conditionnement durant les 2 à 6 semaines qui suivent. Cette consommation est d'autant plus rapide que le niveau initial en oxygène est élevé. Elle est plus rapide pour les vins rouges que pour les vins blancs (**figure 1**).



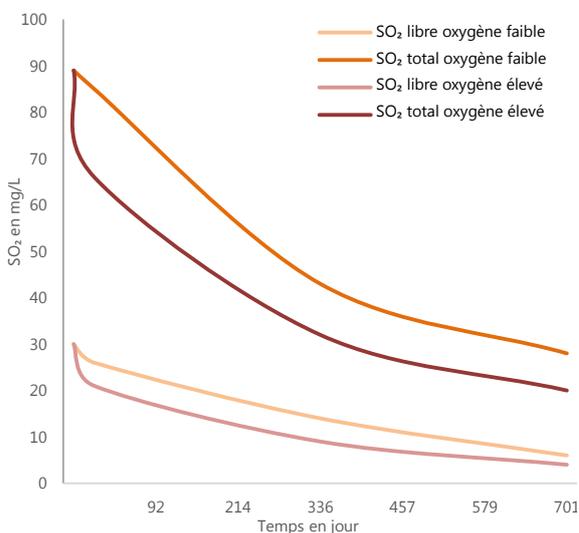
**Figure 1 :** Suivi de la consommation de l'oxygène piégé au conditionnement par le vin

## Evolution du SO<sub>2</sub>

La première conséquence du niveau d'oxygène piégé au conditionnement porte sur l'évolution de la concentration en SO<sub>2</sub> dans le vin dès les premières semaines de sa vie en bouteille. Les pertes en SO<sub>2</sub> sont proportionnelles à la quantité d'oxygène apporté. Les écarts sont plus facilement mesurables sur le SO<sub>2</sub> total que sur la fraction libre. Pour les 4 essais sur Gamay, le SO<sub>2</sub> total est en moyenne 24 % inférieur sur le niveau élevé d'oxygène par rapport au niveau faible, dès le premier mois. Cette chute est concomitante à la consommation de l'oxygène. On observe ensuite une dégradation plus lente et progressive du SO<sub>2</sub>, mais les écarts créés le premier mois se stabilisent (**figure 2**).

Ces phénomènes ont pu être observés pour l'ensemble des essais mis en œuvre et confirment les connaissances sur le sujet. Une relation peut être établie entre la différence d'oxygène apporté au conditionnement (x) et la teneur en SO<sub>2</sub> total des vins après 12 mois de conservation (y) :

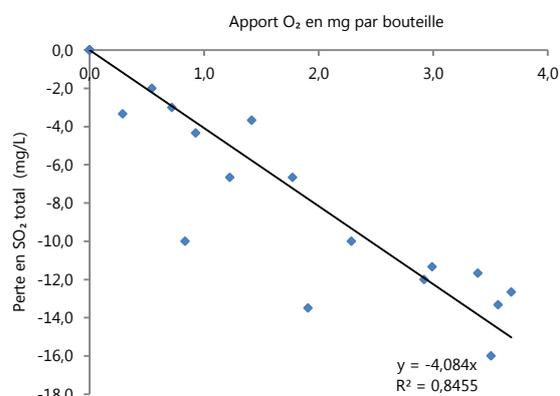
$y = -4,084x$  ( $R^2 = 0,84$ ), ce qui signifie qu'en moyenne, pour les essais considérés, 1 mg/bt d'oxygène supplémentaire apporté au conditionnement, entraîne une perte accrue de 4 mg/L de SO<sub>2</sub> total après 12 mois (**figure 3**).



**Figure 2 :** Evolution du SO<sub>2</sub> libre et total en fonction du niveau d'oxygène à la mise sur un Gamay 2012 pendant 24 mois



Mesure de l'oxygène au cours d'un transfert

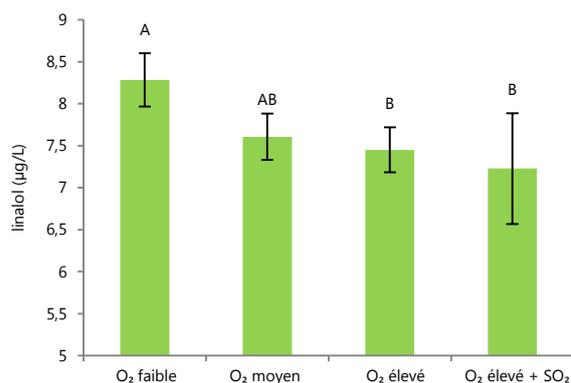


**Figure 3 :** Relation entre perte de SO<sub>2</sub> total et niveau d'oxygène à la mise (établie sur 8 essais, millésime 2012)



## Impact sur les arômes

Selon les matrices et les molécules cibles étudiées, l'impact du niveau d'oxygène au conditionnement est assez variable. Ces essais confirment pour les thiols variétaux et les vins qui en sont pourvus, leur meilleure préservation par un conditionnement pauvre en oxygène. C'est aussi le cas pour d'autres arômes variétaux du Riesling comme le linalol de la famille des terpènes (**figure 4**). Par contre, nous n'avons pas mis en évidence d'effet sur les esters et alcools supérieurs (arômes fermentaires), ni sur d'autres familles comme le furanéol (fraise, caramel) ; c'est notamment le cas pour les vins de Gamay. Pour certains C13-norisoprénoïdes comme le TDN (1,1,6 - triméthyl - 1,2-dihydronaphthalène conférant un caractère « pétrolé »), les niveaux plus élevés d'oxygène apporté favorisent leur apparition.

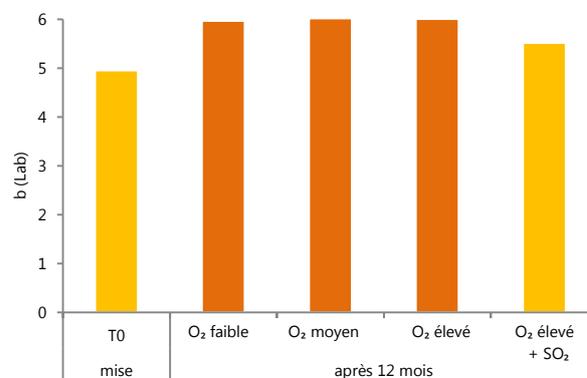


**Figure 4 :** Impact du niveau d'oxygène à la mise sur le linalol après 12 mois de conservation (IFV, Riesling 2011, Test Fisher (LSD) à 5 %)

## Impact sur la couleur et la composition phénolique

L'évolution des polyphénols entre la mise et après un an de conservation est nette (dégradation des anthocyanes glycosylés, des tanins, baisse du degré de polymérisation moyen et formation de pigments non décolorables...). Par contre il est très difficile de mettre en évidence des différences entre modalités si ce n'est sur la couleur apparente : intensité colorante des vins rouges et rosés ce qui s'explique par les différences de SO<sub>2</sub>.

Sur vin blanc, la **figure 5** illustre la difficulté de mettre en évidence l'effet oxygène par rapport à l'effet du vieillissement. Le SO<sub>2</sub> supplémentaire joue aussi un rôle notable sur l'évolution de couleur des vins blancs en freinant l'apparition d'une nuance jaune et plus foncée.



**Figure 5 :** Nuance jaune (b) des vins blancs en fonction du temps et du niveau d'oxygène à la mise



Verre de vin blanc



Grappe de Chardonnay et verre de vin blanc

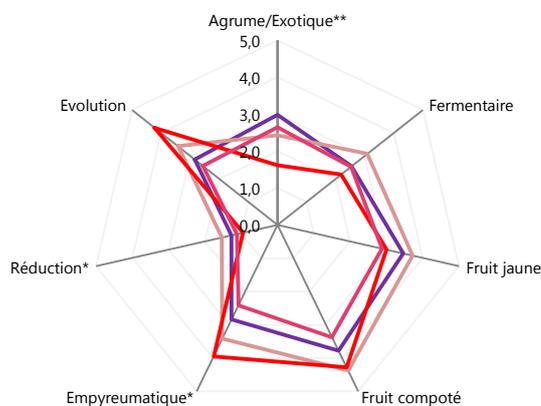
## Impact sensoriel

Comme pour les autres indicateurs, les analyses sensorielles ont été réalisées après 12 mois de conservation en bouteille.

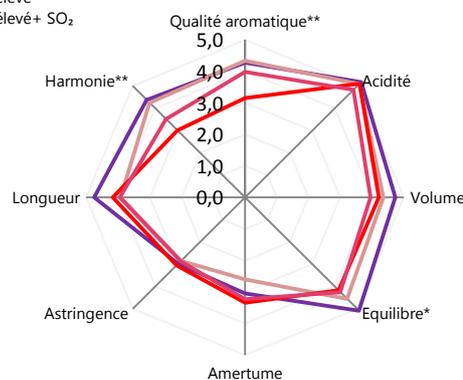
La perception sensorielle semble confirmée les analyses physico-chimiques. Pour une partie des essais, il n'existe pas de différence nette entre modalités notamment pour les vins rouges. Seules certaines matrices, présumées les plus « fragiles », comme certains vins blancs ou rosés, montrent l'intérêt de niveaux d'oxygène faibles au conditionnement sur la préservation de la fraîcheur aromatique et de la qualité. La **figure 6** illustre cet aspect sur le profil sensoriel d'un rosé de Provence suivi par le Centre du Rosé à Vidauban. Un sulfitage supérieur ne permet pas de compenser en totalité un apport d'oxygène élevé par rapport à une mise en bouteille protégée notamment sur la qualité en bouche.



Nuances pour les vins rosés



— O<sub>2</sub> faible  
— O<sub>2</sub> moyen  
— O<sub>2</sub> élevé  
— O<sub>2</sub> élevé+ SO<sub>2</sub>



**Figure 6 :** Profil sensoriel d'un rosé de Provence selon le niveau d'oxygène à la mise (Centre du Rosé, 2012, \* significatif à 10 % ; \*\* significatif à 5 %)

## Conclusion

La maîtrise du niveau d'oxygène au conditionnement est un élément majeur de la préservation de la qualité des vins. Ceux-ci présentent des niveaux différents de sensibilité en fonction de leur constitution (aromatique, polyphénolique). Il faut donc être d'autant plus vigilant et tendre vers des conditionnements mieux protégés que le vin est « sensible ». Sulfiter plus n'est qu'une réponse partielle et non satisfaisante dans un contexte

de limitation et de raisonnement de la teneur en sulfites dans les vins. A l'inverse, la protection vis-à-vis de l'oxygène (au conditionnement et autres stades d'élaboration) est un outil puissant et intéressant pour rendre plus efficace le SO<sub>2</sub> ajouté et en raisonner son usage (Cf. article suivant *Maîtrise de l'oxygène au cours de l'élaboration et de la conservation du vin*, Jean-Baptiste Diéval, Nomacor).

Remerciements : les travaux présentés ont bénéficié du soutien financier de FranceAgriMer. Ces références ont également pu être acquises par l'implication des différents partenaires :

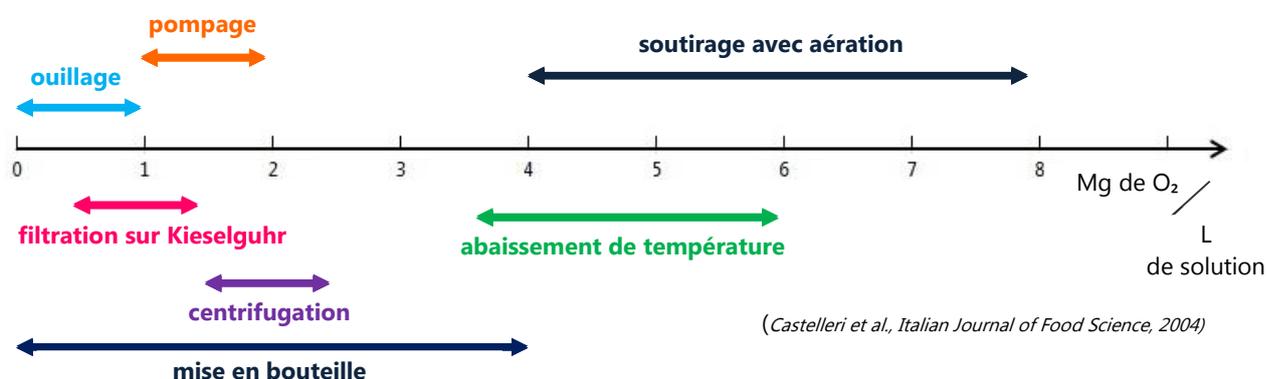


# Maîtrise de l'oxygène au cours de l'élaboration et de la conservation du vin.

Jean-Baptiste Diéval, Nomacorc, j.dieval@nomacorc.be.

Lors des différentes étapes de la production du vin, l'oxygène intervient et peut jouer un rôle bénéfique ou nuisible. Il contribue par exemple au bon développement des levures pendant la fermentation alcoolique ou au développement de la complexité du vin pendant l'élevage. Mais il peut aussi engendrer des brunissements ou une perte des arômes fruités du vin. Il est admis que les besoins en oxygène du vin diminuent au fur et à mesure de la vinification. Les apports sont modérés au cours de l'élevage et doivent être limités au minimum durant les étapes conduisant à la mise en bouteille.

A la fin de l'élevage, les différentes opérations effectuées sur le vin (soutirage, filtration...) sont autant d'occasions pour l'oxygène de se dissoudre dans le vin. De nombreuses études (Vidal et al. 2001, 2003, 2004 ; Castellari et al, 2004 ; Valade et al. 2006) ont mesuré les apports d'oxygène lors de la préparation du vin à la mise et de l'embouteillage. La **figure 1** présente une synthèse des données publiées par Castellari et al.



**Figure 1 :** Enrichissement en oxygène en fonction des opérations

Il convient de considérer ces valeurs avec prudence, car elles dépendent de nombreux facteurs propres à l'étude. On peut cependant conclure que des opérations telles que le soutirage, la stabilisation tartrique au froid ou l'embouteillage sont critiques quant à l'enrichissement en oxygène du vin et qu'un vin peut recevoir en cumulé entre 1 et 11mg/L d'oxygène.

## Limiter la dissolution au cours des traitements

Durant toutes les opérations de manipulation du vin, une plus forte dissolution d'oxygène a lieu au **début et à la fin du transfert**. En effet, à ces périodes, le vin est mélangé avec de l'air, soit contenu dans le circuit, soit aspiré avec le vin dans la cuve. L'enrichissement global sera d'autant plus important que le ratio 'volume du circuit/volume de vin' sera faible. Le dimensionnement des appareils doit donc être adapté en fonction du volume de vin à traiter. De plus, la longueur et le diamètre du circuit doivent être les plus faibles possible, tout en respectant une vitesse linéaire comprise entre 1 et 1,5 m/s. En effet, au-delà de cette vitesse, l'écoulement devient très turbulent, favorisant l'oxygénation. La vitesse de pompage doit aussi être réduite au début et à la fin afin de limiter le brassage du vin avec l'air. Enfin, un inertage préalable du circuit ainsi qu'une pousse au gaz inerte à la fin permettent de contenir l'enrichissement en oxygène. Une pratique judicieuse consiste à remplir le circuit d'eau avant le

début de l'opération et de pousser cette eau avec du gaz inerte. Cela permet, en plus de nettoyer, d'économiser du gaz. Un inertage efficace doit permettre d'obtenir moins de 2 % d'O<sub>2</sub>. Un contrôle avec un oxymètre est plus que recommandé pour s'assurer de l'efficacité des pratiques mises en place. Lors des étapes de **filtration**, il existe un risque supplémentaire d'enrichissement en oxygène. Lors d'une filtration sur terre, la phase d'encollage enrichit le vin en oxygène à cause du relargage de l'oxygène contenu dans la porosité de la terre. Afin de diminuer cet effet, il est recommandé de bâtir le gâteau de filtration avec une cuvée de grand volume. Sinon, une injection de gaz neutre au refoulement du filtre lors du passage des premiers hectolitres limite cet impact. Les étapes de vidange de la cloche (filtration sur terre), de l'évacuation des boues (centrifugation) ou des rétrofiltrations (filtre tangentiel) sont aussi des périodes délicates pendant lesquelles l'azote doit être utilisé.

La **température** du vin est aussi un facteur à considérer lors des traitements du vin. En effet, la solubilité de l'oxygène dans le vin augmente avec des températures froides. A 0°C, la solubilité est de 14,5 mg/L soit 60 % plus importante qu'à 20°C. La dissolution sera donc plus rapide. Si, comme dans les stabilisations tartriques à

froid, un brassage du vin est effectué, les quantités d'oxygène mesurées augmentent fortement. La protection d'un vin froid contre l'oxygène doit donc être accrue et permanente, avec notamment une injection de gaz en continue en sortie de filtre.

## Maîtriser le conditionnement

L'étape de **conditionnement** constitue un stade particulièrement crucial, d'autant plus qu'une fois le vin en bouteille, aucune action corrective n'est possible. Ici, la teneur initiale dans la cuve de départ est importante à connaître, car elle peut être déjà élevée suite aux opérations de préparation du vin. Une teneur inférieure à 0,5 mg/L est nécessaire pour garantir une teneur finale faible. A ce stade, il est toujours possible d'agir, notamment en procédant à une désoxygénation, qui aura moins de conséquences négatives que d'attendre la consommation de l'oxygène par le vin entraînant une perte aromatique et un réajustement en SO<sub>2</sub>. Le début et la fin de l'étape de conditionnement sont ici encore plus importants à maîtriser afin de minimiser la variabilité bouteille à bouteille. En effet, la dissolution plus forte intervenant à ces périodes va se retrouver dans les bouteilles, engendrant des variations pouvant atteindre plus de 3 mg/L. Le remplissage de la bouteille est responsable d'une augmentation entre 0,7 et 1,3 mg/L d'oxygène provenant de l'air présent dans la bouteille selon les technologies utilisées. Un inertage avant remplissage permet de réduire cet apport.

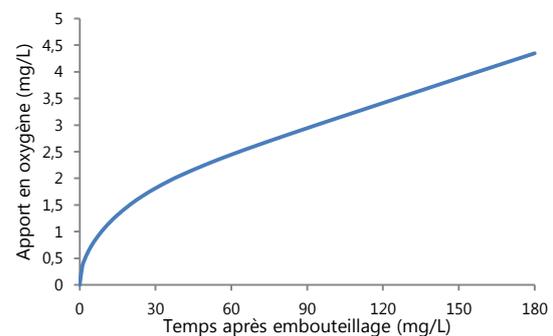
L'**espace de tête** représente aussi une source non négligeable d'oxygène. Bien que petit en volume (environ 5 mL pour un bouchage cylindrique et 15 mL pour une capsule à vis), ce compartiment est

responsable de plus de la moitié de l'oxygène en bouteille, avec des quantités variant de 0,2 à plus de 6 mg/L. L'utilisation d'un système de mise sous vide avant bouchage contribue à réduire considérablement l'apport d'oxygène. Sans vide, la surpression créée dans un espace de tête de 5 mL peut être responsable d'un apport de 3 mg/L d'oxygène. Avec un vide fonctionnel, il est réduit de moitié. Si un système d'inertage est couplé, l'apport devient faible (0,2 mg/L). Dans le cas du bouchage sous capsule, le volume important et l'impossibilité d'utiliser la mise sous vide engendrent des apports globalement plus élevés (3 mg/L en moyenne contre moins de 2 mg/L pour les bouchons). Il est à noter que de nouveaux systèmes d'inertage apparaissent sur le marché, avec des performances améliorées. L'inertage et son bon réglage sont incontournables pour limiter l'enrichissement. Il est donc essentiel de procéder régulièrement à la vérification de leur fonctionnement. Le vide se contrôle facilement avec un aphromètre. Le balayage requiert un contrôle avec une sonde à oxygène adaptée à la mesure de l'oxygène dans l'espace de tête.

Au final, une teneur d'oxygène total dans la bouteille (TPO) inférieure à 2 mg/L est une cible à atteindre. Elle doit idéalement être réduite à 1 mg/L pour les vins à teneur réduite en sulfites.

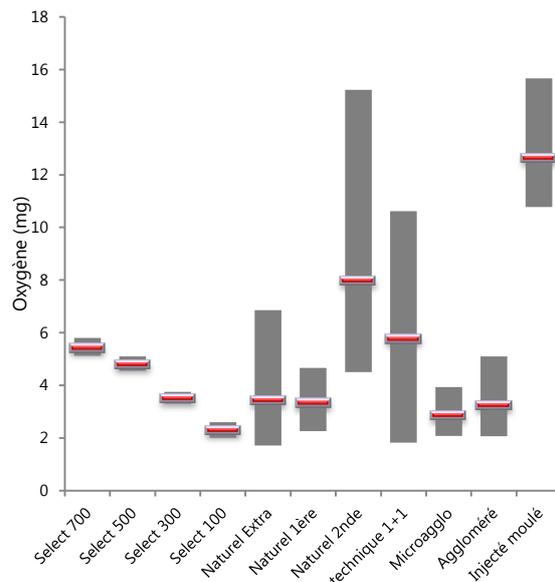
## Prendre en compte le rôle du bouchon

Si un vin était conditionné dans un contenant totalement inerte, garantissant une barrière immédiate et absolue contre l'oxygène, l'oxygène dissous et de l'espace de tête seraient les seules sources d'oxygène dans la bouteille. En réalité, dans la bouteille, une entrée d'oxygène (OI) survient, laquelle représente la troisième composante majeure d'exposition à l'oxygène du vin. L'OI est la somme de l'oxygène libéré par le **bouchon** (désorption) et l'entrée d'oxygène à travers le bouchon. Cette dernière est déterminée par la perméabilité du bouchon à l'oxygène, ce que l'on appelle le taux de transfert de l'oxygène du bouchon, plus connu sous l'acronyme OTR. Le profil de l'entrée d'oxygène dans une bouteille est représenté à la **figure 2**.



**Figure 2** : Contribution du bouchon à l'entrée d'oxygène dans une bouteille

Selon le type d'obturateur, entre 0,5 et 5 milligrammes d'oxygène peuvent être apportés par an. Cet oxygène, tout comme celui provenant de la mise en bouteille, va réagir avec le vin et le faire évoluer. De nombreuses études récentes (Godden et al. 2001 ; Caillé et al. 2010 ; Ugliano et al. 2011, 2012, 2013 ...) ont montré qu'un vin peut présenter des profils totalement différents par le simple effet de l'oxygénation par le bouchon. La perméabilité et sa régularité au sein d'un lot de bouchons sont donc deux éléments importants à prendre en compte. La **figure 3** montre la moyenne et l'étendue du passage d'oxygène sur 2 ans mesurées sur différents lots de bouchons. Grâce à son procédé de co-extrusion, les bouchons Nomacorc ont des niveaux de perméabilité différents avec une très bonne homogénéité. Au contraire, les bouchons en liège naturel sont hétérogènes, pouvant provoquer des différences sensorielles notables dans un même lot de bouteilles. Les bouchons agglomérés ont généralement une perméabilité assez faible et une meilleure homogénéité que les bouchons naturels mais il n'est pas possible de réellement faire un choix de perméabilité. Les bouchons injectés-moulés ont quant à eux souvent des perméabilités élevées et moyennement variables. La maîtrise de l'oxygène lors de la préparation et de la mise en bouteille est primordiale afin de conserver le travail fait pendant l'élevage et de proposer un produit au consommateur en phase avec les intentions du vinificateur. De multiples solutions existent pour limiter les enrichissements en oxygène, mais elles doivent être



**Figure 3 :** Entrées d'oxygène de différents types de bouchons les deux premières années en bouteille

implémentées en fonction des contraintes de chaque cave (coût, temps, marchés) et des objectifs produits. Le choix de l'obturateur est primordial dans cette maîtrise afin de garantir une bonne conservation du vin tout au long de sa vie en bouteille. Il doit permettre un vieillissement contrôlé et homogène entre les bouteilles.

**Notes :**

Wine Quality Solutions  
by  NOMACORC

[www.winequalitysolutions.com](http://www.winequalitysolutions.com)

# Réduire les teneurs en sulfites dans les vins en adaptant l'itinéraire.

Frédéric Charrier, IFV, frederic.charrier@vignevin.com.

## Le SO<sub>2</sub> : un intrant œnologique difficile à remplacer

L'anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>) est l'intrant le plus universellement utilisé en œnologie, et ce depuis très longtemps. Au cours du précédent siècle, l'évolution de la réglementation et des pratiques œnologiques s'est traduite par une importante réduction des teneurs en sulfites dans les vins proposés à la consommation. Plus récemment (août 2009), ces limites ont été à nouveau abaissées de 10 mg/L. La nouvelle réglementation pour les vins biologiques intègre une nouvelle baisse de ces teneurs. Pour autant, pour des raisons d'hygiène alimentaire et sur les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (dose journalière admissible de sulfites : 0.7 mg/kg de poids corporel), réduire les ajouts et les teneurs finales en sulfites dans les vins reste un impératif.

De nombreux travaux ont été réalisés sur des voies alternatives chimiques, biologiques ou physiques. Il existe donc une multitude de données sur ces procédés nouveaux. Toutefois, à ce jour, aucun procédé, aucune substance n'est en mesure de remplacer totalement l'emploi de SO<sub>2</sub> compte tenu de son large spectre d'action (antioxydant, antioxydasique, antiseptique,...), de sa facilité d'utilisation (soufre combustible, solutions aqueuses, gaz liquéfié, comprimés effervescents, poudre) et de son faible coût.

Partant de ce constat, une nouvelle approche a été imaginée dans le cadre d'un groupe de travail national financé par FranceAgriMer, animé par l'IFV et regroupant différents partenaires (Centre d'Expérimentation et de Recherche sur le Vin rosé, Conseil Interprofessionnel du Vin de Champagne, Conseil Interprofessionnel des Vins de Bergerac, Inter Rhône, Institut Coopératif du Vin, INRA). Il s'agit de franchir une étape de plus dans la réduction des sulfites contenus dans les vins, en situant le champ de l'investigation entre la voie de l'optimisation et celle de la suppression de l'emploi de sulfites.

## Construire un itinéraire combinant réduction d'emploi du SO<sub>2</sub> et alternatives

La réduction des sulfites est abordée via la comparaison d'itinéraires globaux d'élaboration. Ces derniers combinent les alternatives aux sulfites éprouvées et autorisées par la réglementation vinicole de manière à préciser les limites d'une restriction sévère de l'emploi de sulfites en œnologie. Les itinéraires sont construits pour chaque catégorie de vins : blancs, rouges, rosés et effervescents. Ils sont sensiblement adaptés selon les produits, en fonction des savoir-faire propres à chaque région.

Les modifications par rapport aux pratiques usuelles ne sont en aucun cas utopiques comparativement à l'emploi de sulfites (coût, faisabilité en cave). Le caractère durable de l'itinéraire, sur les plans économiques et environnementaux, est un critère déterminant d'appréciation et de mise en œuvre. Au final, plus qu'un schéma de vinification, c'est l'objectif global de chacun des itinéraires qui est commun à tous les essais. 3 itinéraires sont ainsi définis en fonction de leur objectif :

- Itinéraire I1 : référence, objectif « optimisation et sécurité »

Il intègre les bonnes pratiques d'emploi du SO<sub>2</sub> dans la région ou la production considérée. Le niveau final en sulfites totaux dans les vins correspond à celui observé dans le cadre des suivis interprofessionnels ou des vins

d'essais des différents centres de recherche et d'expérimentation.

- Itinéraire I2 : objectif « réduction de la teneur finale en sulfites de 50 % par rapport à la référence »

Cet itinéraire doit être transférable à court terme auprès des praticiens et être conçu dans les limites précédemment décrites concernant les méthodes alternatives. La préservation des grands équilibres sensoriels actuels est un impératif. C'est sur cet itinéraire que la faisabilité d'une réduction de l'emploi de sulfites sera in fine appréciée.

- Itinéraire I3 : objectif « teneur finale en sulfites inférieure à 10 mg/L » (limite pour exemption d'étiquetage)

L'objectif fixe une teneur finale minimale en sulfites et non une absence de sulfite ajouté. Il ne s'agit pas de transposer les itinéraires I1 ou I2 en supprimant les ajouts de sulfites, mais plutôt d'imaginer un schéma d'élaboration global différent susceptible d'être adapté autant que possible à l'absence de sulfite. Une évolution du profil organoleptique des vins est attendue et acceptée (mais pas de défaut caractérisé). Cet itinéraire I3 constituera un point « 0 » et permettra en quelque sorte de borner l'expérimentation. Le cas échéant, il démontrera par l'absurde la non viabilité d'une œnologie sans sulfite (en termes de qualité finale du vin, de coût de production ou d'impact environnemental).

**Tableau 1 :** Principales variantes ou options mises en œuvre dans les itinéraires I2 et I3 comparativement à la référence I1

Vins	I2	I3
<b>Blancs</b>	inertage (pressurage)	inertage (pressurage)
	température	température
	soutirages/aération	soutirages/aération
	élevage sur lies	élevage sur lies
		lysosyme copeaux fermentation malo-lactique
<b>Rosés</b>	inertage	inertage
	durée macération	durée macération
	acide ascorbique	acide ascorbique
	température conservation élevage sur lies	température conservation élevage sur lies
	chitosane	chitosane
		fermentation malo-lactique filtration tangentielle
<b>Rouges</b>	inertage	inertage
	soutirages/aération	soutirages/aération
	flash pasteurisation	flash pasteurisation
	filtration tangentielle	filtration tangentielle
		chitosane
		lysosyme
		acidification
		co-inoculation
		collage
		filtration finale
<b>Effervescents</b>	sulfitage différé moût	/

Les **tableaux 1** et **2** récapitulent, pour chaque type de vins, les options techniques et les stratégies de sulfitages retenues pour les itinéraires I2 et I3 comparativement à la référence I1.

Les indicateurs permettant de juger de l'efficacité de l'entreprise expérimentale conduite sont analytiques (paramètres physico-chimiques classiques et composés aromatiques connus pour être caractéristiques de tels ou tels vins), microbiologiques et bien évidemment sensoriels.

Sur la période 2009-2013, sont dénombrés 29 essais en vins blancs (Chardonnay, Sauvignon, Riesling, Melon B., Gewurztraminer, Pinot blanc), 9 en vins rosés (Grenache, Cinsault, Syrah), 33 en vins rouges (Grenache, Syrah, Cabernet, Pinot noir, Gamay, Merlot), 10 en vins effervescents (Chardonnay, Pinot noir et Pinot meunier) et 2 en vins blancs liquoreux (Sémillon).

Le volume traité pour chaque modalité est selon les sites au maximum de quelques hectolitres, certaines étapes pouvant par contre être conduites à une plus grande échelle.



**Tableau 2 :** Stratégies de sulfitage retenues pour les itinéraires I2 et I3 comparativement à la référence I1

Vins	Itinéraires	Pré-fermentaire	Fin FA ou FML	Elevage	Conditionnement
<b>Blancs</b>	I2	0 à 50 %	30 à 50 %	0 à 50 %	niveaux sulfites libres ou totaux
	I3	0	0	0	0 ou 10 à 30 mg/L
<b>Rosés</b>	I2	30 à 50 %	0 à 50 %	50 %, niveaux sulfites libres	niveaux sulfites libres ou totaux
	I3	0 à 30 %	0 à 10 mg/L	0	0 ou 10 mg/L
<b>Rouges</b>	I2	0 à 50 %	50 à 100 %	0 à 50 % ou niveaux sulfites libres	niveaux sulfites libres ou totaux
	I3	0	0	0	0 ou 10 à 30 mg/L
<b>Effervescents</b>	I2	50 %	50 %	/	/
	I3	0	0	/	/

## L'objectif de produire des vins contenant 50 à 100 mg/L de sulfites totaux est un objectif plausible

Dans les conditions de l'étude, il a bien été possible de produire des vins avec moins de sulfites qu'usuellement : l'objectif - 50 % de sulfites dans les vins, avec des nuances selon le niveau de sulfites du vin référent, a été atteint ou approché. Au final, pour l'itinéraire I2, les vins blancs et rosés contiennent moins de 100 mg/L de sulfites, les vins rouges moins de 70 mg/L, les vins effervescents moins de 50 mg/L. Ces valeurs représentent au maximum la moitié de celles autorisées par la réglementation. Pour le cas singulier des vins blancs liquoreux, la réduction s'est limitée à 20 %.

Les conséquences analytiques sont modestes. Les composés aromatiques dosés sont peu affectés, à l'exception des thiols variétaux. Ces derniers sont significativement moindres dans les vins potentiellement riches en ces composés (Sauvignon, Grenache rosé). Au niveau microbiologique, les populations de microorganismes sont généralement équivalentes à la référence. Sur le plan sensoriel, les différences notées sont acceptables, tout au moins en vin jeune. Les caractéristiques aromatiques sont parfois affectées (moindre intensité aromatique, profil « plus oxydatif » ou moins « réduit »), mais le profil organoleptique demeure dans l'espace sensoriel convenu. Des marges de progrès techniques au sein des itinéraires existent pour limiter ces conséquences négatives. Par contre, et même si beaucoup de vins sont consommés dans l'année suivant leur conditionnement, la question de l'évolution et de la tenue de ces vins au cours de leur conservation en bouteilles se pose. Des observations mettent en évidence une moins bonne tenue de ces vins dans le temps.

L'absence ou quasi-absence d'emploi de sulfites a permis de produire des vins dont les caractéristiques analytiques demeurent dans les normes marchandes (une exception sur Gewurztraminer). Pour autant, différents paramètres évoluent : couleur des vins blancs et rosés plus intense avec un accroissement des nuances jaunes, acidité volatile généralement plus élevée, baisse de l'acidité des vins blancs du fait de la réalisation de la fermentation

malolactique (voulue ou pas), teneurs moindres en polyphénols totaux et anthocyanes dans les vins rouges. Les vins sont quasiment dépourvus de thiols variétaux mais sont plus riches en  $\beta$ -damascénone libre (impact variable selon l'importance de ces composés dans l'expression aromatique habituelle de chaque type de vin). Sur le plan microbiologique, les populations de microorganismes dénombrés sont plus conséquentes à tous les stades. Une filtration finale soignée permet certes normalement de les éliminer au conditionnement, mais elles représentent incontestablement un risque durant l'élevage (fermentation malolactique sur vin blanc difficilement évitable, présence possible de *Brettanomyces* sur vin rouge). Mais le principal problème d'une absence de sulfitage, majeur et souvent rédhibitoire, concerne, comme attendu, les modifications des profils sensoriels des vins ainsi obtenus. Bien que ceux-ci n'affichent pas de fortes différences analytiques, des écarts significatifs sont perçus sur le plan organoleptique. Un défaut d'oxydation est systématiquement décelé dans le cas des vins blancs et rosés, très fréquemment relevé dans celui des vins rouges (excepté Gamay). Ceci impacte très fortement le profil sensoriel du vin, avec disparition des arômes fruités au profit d'autres jugés négatifs (fruits évolués, éventé, acescence) : dans le cas le plus favorable, le vin est jugé « moins net ». Un sulfitage même modeste (10 à 30 mg/L) au moment du conditionnement est une alternative susceptible de remédier partiellement (transitoirement ?) à certains de ces inconvénients. Tout ceci confirme, qu'en l'état actuel des connaissances et des moyens techniques disponibles pour produire du vin, et sauf à accepter une remise en cause de l'originalité sensorielle convenue des divers produits, n'effectuer aucun apport de sulfites durant l'itinéraire d'élaboration d'un vin (conditionnement compris) reste une pratique hasardeuse et non recommandable (ce qui n'exclut pas des initiatives individuelles sur des marchés bien spécifiques dits « de niche »).

## Perspectives : poursuivre la recherche d'alternatives ou d'itinéraires économes en sulfites

Les travaux entrepris au cours de ces dernières années démontrent que des marges de progrès en termes de réduction des sulfites existent. Réduire les quantités de sulfites contenues dans les vins via une modification de l'itinéraire d'élaboration paraît être une stratégie opportune, assez facilement transposable en cave et adaptable aux différents contextes. Sur le plan opérationnel, ceci suppose de combiner une utilisation

parcimonieuse du  $\text{SO}_2$  et une maîtrise sans faille de l'ensemble du process d'élaboration, opération de conditionnement comprise. Gestion des fermentations alcooliques ou malolactiques et contrôles des transferts d'oxygène constituent deux points critiques.

Pour autant, il convient de rappeler que la réduction des sulfites dans les vins est une entreprise ardue, complexe compte tenu d'une part de la diversité des produits

(cépage, appellation, compositions physico-chimiques et profils sensoriels convenus), d'autre part de la multitude des contextes de production (vignoble, type de cave, ...) et de commercialisation (basic ou premium, circuit court ou export,...). Par ailleurs, s'il est concevable de maîtriser les conditions d'élaboration et de stockage sur le lieu de production, en l'état actuel des circuits de distribution, ceci n'est pas le cas pour les phases de transport et de stockage avant la consommation effective du produit. Or,

une réduction drastique des teneurs en sulfites dans les vins mis en marché supposera probablement des évolutions et garanties en la matière.

Au final, il importe donc de procéder avec discernement, au cas par cas, en encourageant une remise en cause réaliste des pratiques pour certes garantir la légitime demande de vins moins sulfités, mais également préserver toute l'originalité des divers vins produits.



Remerciements : les travaux présentés ont bénéficié du soutien financier de FranceAgriMer.

**Notes :**

## Fiches pratiques

- Fiches clones de Gamay et fiches porte-greffe ;
- Guide des **variétés et clones de vigne** en Beaujolais ;
- Fiches comparatives **levures** du commerce ;
- Plaquette "Les **maladies du bois** en viticulture" ;
- Cahier "Alternatives à la taille gobelet pour faciliter la mécanisation" ;
- Fiches 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 sur la **fertilisation de la vigne**.

## Les cahiers itinéraires de l'IFV

- Comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre : application de la méthode Bilan Carbone à la filière viti-vinicole
- Quelle gestion des sous-produits vinicoles ?



## Rapports et synthèses techniques

**Sélection du Gamay** : comparaison clones en terrain argilo-siliceux, granitiques

**Porte-greffes** : comparaison en terrain argilo-calcaire, argilo-siliceux, granitique, granitique profond

**Désinfection du sol, maladies du bois**

**Fumure** : doses potasse, dose, date et formes d'azote, matière organique, fumure de fond

**Adaptation du vignoble à la mécanisation** : transformation du gobelet, densité de plantation

**Taille, rognage, maîtrise du rendement**

**Etude du millésime 2013** et antérieurs

**Récolte mécanique, transport / transfert** de la vendange

**Etude approfondie du cépage Gamay et de la vinification beaujolaise** : influence de la date de récolte sur qualité des vins, maturation et observatoire de situations représentatives du Gamay, potentiel

polyphénolique du Gamay et son devenir en vinification beaujolaise, extraction (pigeage, délestage, grillage, sat. CO<sub>2</sub>, profils thermiques, turbopigeage, MPC...), vinification beaujolaise (saignée, microbullage, sulfitage, éraflage)

**Techniques soustractives d'enrichissement**

**Intrants** : tanins, enzymes, écorces de levures

**Levures** : fiches descriptives des souches testées en Beaujolais, valorisation effet terroir par les ferments, comparaison de levures commercialisées en vinification beaujolaise rouge et sur vins blancs, essais doses de levures à l'encuvage

**Bactéries** : comparaison sur Chardonnay, des préparations bactériennes commercialisées, intérêt de la co-inoculation sur MPC

**Altérations** : *Brettanomyces*, goût moisi-terreux...

## Articles "La Tassée"

- n° 164 Vendange entière ou égrappée pour les vins de garde ? V. Lempereur
- n° 166 Millésime 2011 – J-Y. Cahurel
- n° 167 Importance de la caractérisation de la typicité en lien au terroir d'un vin d'AOC- V. Lempereur
- n° 167 Caractérisation packaging des vins de Gamay : un outil marketing à votre disposition – E. Tichauer
- n° 168 Gestion de la nutrition azotée sur Chardonnay – V. Lempereur
- n° 168 La levure L1414 de nouveau sur le marché – R. Boisson
- n°170 Le millésime 2012 – J-Y. Cahurel
- n°171 Caractérisation des étiquettes de vins nouveaux – A. Piret
- n°172 La génomique, exploitation d'outils et de techniques d'analyse de l'ADN – J-M. Desperrier
- n°172 Valorisation économique du Viognier et du Gamaret – V. Lempereur – C. Quagliari – D. Engel
- n°174 Gamaret N cl1117 – J-M. Desperrier
- n°174 Le millésime 2013 – J-Y. Cahurel

- n°174 L'étiquette de vos bouteilles : tout un message ! – A. Piret – A. Verniol
- n°174 Mise en avant d'un nom de lieu-dit sur l'étiquette – J. Henriot – A. Piret – V. Lempereur
- n°175 Présentation du réseau matière organique et premiers résultats en Beaujolais – J-Y. Cahurel
- n°175 Apport foliaire azoté, fermentescibilité des moûts et intensité aromatique – J-Y. Cahurel
- n°176 Employer des copeaux ? B. Chatelet – D. Engel
- n°176 Co-inoculation des primeurs – V. Lempereur
- n°176 Quelle gestion des sous-produits vinicoles ? – V. Lempereur – S. Penavayre



Pour voir ou revoir les conférences rendez-vous sur la chaîne youtube de l'IFV ([www.youtube.com/user/VignevinFrance](http://www.youtube.com/user/VignevinFrance)).

Retrouvez-nous également sur l'extranet d'Inter Beaujolais ([www.beaujolais.com](http://www.beaujolais.com)).



NOMACORC®



**SICAREX Beaujolais/IFV** – 210 Boulevard Victor Vermorel, CS 60320, 69661 Villefranche-sur-Saône Cedex  
Tel : 04.74.02.22.40 – Fax : 04.74.02.22.49 – Email : [sicarex@beaujolais.com](mailto:sicarex@beaujolais.com)

Réalisation : SICAREX Beaujolais – 02/2015 - ©Crédits photos : SICAREX Beaujolais/IFV – Nomacorc – Fotolia – Jean-Baptiste Laissard