

Salinité et minéralité

Le chaînon manquant

Xavier Vignon¹, Olivier Pillet¹, Guenhaël Kessler², Nicolas Lhotellier², Guillaume Le Bras³

¹ Institut Œnologique de Champagne - Epernay - France.

² Laboratoire IOC - Courthézon - France.

³ Laboratoire IOC - Mellecey - France.

Introduction

L'approche sensorielle gustative des vins porte généralement sur les saveurs fondamentales que sont l'amertume, le sucré, l'acidité ou encore les sensations tactiles comme le gras et l'astringence. Parmi ces critères gustatifs basiques, il en reste cependant un qui n'est quasiment jamais pris en compte dans la dégustation du vin : la saveur salée.

Il s'agit pourtant d'un goût fréquemment rencontré par nos papilles dans notre vie quotidienne et qui fait partie intégrante de notre appréciation des mets et boissons.

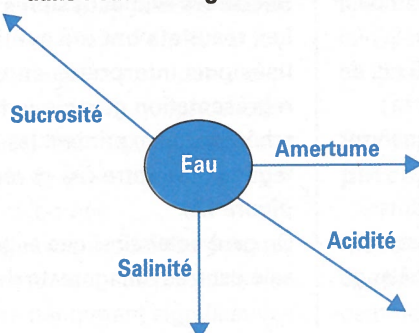
Cet oubli est d'autant plus flagrant lorsqu'on considère que le vin est composé en moyenne de 85 % d'eau ! Une eau chargée en sels minéraux susceptibles d'intervenir notamment sur la saveur salée.

Teillet (2009) a montré que différentes eaux (minérales ou du réseau) pouvaient être jugées par des consommateurs non avertis sur des critères sensoriels comme l'amertume, la fraîcheur, l'acidité, l'astringence ou encore le salé ; il a également prouvé que ce jugement était corrélé au contenu total en minéraux.

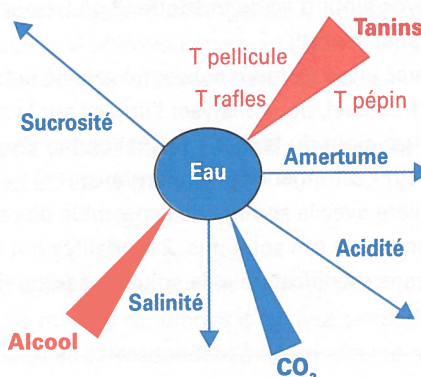
Une eau dont la minéralité est également très sérieusement prise en compte par nos confrères brasseurs et distillateurs de whisky depuis bien longtemps, comme élément constitutif de la qualité du produit fini.

■ **Figure 1 :** Représentation schématique des équilibres et de l'antagonisme entre les saveurs, incluant la salinité.

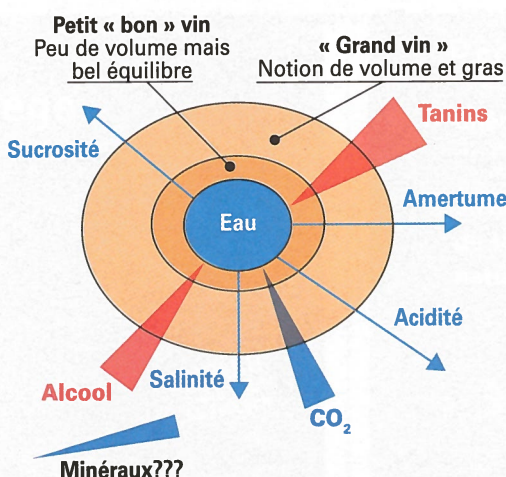
A Positionnement des saveurs primaires dans l'eau : antagonismes.



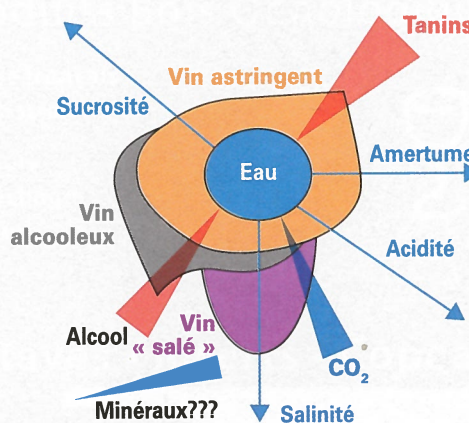
B Saveurs primaires : de l'eau au vin rouge.



C Deux vins équilibrés.



D Trois vins déséquilibrés.



Les travaux portant sur la composition minérale des vins restent rares. On citera les travaux de Crespy (2009), portant sur l'influence des facteurs agromonomiques sur la composition minérale des moûts, montrant que le sol, mais également le porte-greffe, le cépage et l'âge des vignes notamment jouent un rôle sur les concentrations des sels dans les moûts.

De même, Nicolini et al. (2009) ont su tracer 44 éléments dans

les vins, mettant en évidence l'impact de facteurs géologiques, géographiques et des pratiques œnologiques sur leur teneur. L'influence climatique est importante et peut expliquer les différences de composition en sels de différents millésimes pour un même vignoble. Nos observations montrent que ce sont parfois ces variations qui semblent être les principales responsables des différences de qualité entre des millésimes. Par exemple, sur les vins analysés dans les Côtes-du-Rhône, la concentration saline en 2007 (millésime d'excellence) s'est retrouvée globalement largement supérieure à celle observée en 2003 (millésime aux tanins considérés comme plus secs). Au-delà de la simple saveur salée, on peut ainsi suspecter que les sels minéraux du vin interagissent avec les autres composantes de la qualité gustative des vins, comme l'astringence, l'acidité, l'amertume ou encore la sucrosité. Ceci a déjà été évoqué par certains auteurs

dont Crespy mais aussi Walker et *al.* en 2003 et plus récemment Caillé et *al.* (2011), avec cependant des divergences vraisemblablement dues à l'origine des vins testés. Par ailleurs, ces travaux s'intéressent principalement aux sels de chlorure ou au rôle du potassium sur les acides organiques et donc l'acidité. Mais qu'en est-il des autres anions et cations impliqués dans ces équilibres sensoriels? Et comment interagissent-ils sur chaque saveur/sensation tactile étudiée séparément?

Les études suivantes tentent d'apporter quelques réponses à ces questions.

1^{re} étape: impact d'un ajout de sels minéraux sur les sensations gustatives fondamentales en solution modèle - Notions d'antagonismes

Méthodologie

À partir d'une solution hydro-alcoolique à 10 % vol., différentes solutions-filles ont été préparées:

- L'une avec ajout d'acide tartrique (2 g/L), pour analyser l'impact sur la saveur acide;
- L'une avec ajout de moût concentré rectifié (équivalent à 5 g/L de glucose-fructose), pour analyser l'impact sur la saveur sucrée;
- L'une avec ajout du tanin de raisin Volutan (2 g/L), pour analyser l'impact sur l'astringence et l'amertume;
- La dernière avec la somme de l'ensemble de ces composants. Pour chacune de ces solutions, 2 modalités ont été comparées: le témoin sans modification et la solution additionnée d'un mélange

en égales proportions de $MgCl_2$ et $NaCl$, à 20 mg/L.

L'analyse sensorielle s'est déroulée de la manière suivante: en premier lieu un test triangulaire pour déterminer l'existence ou non de différences significatives dues à l'ajout de sel; en second lieu, sur les échantillons significativement différents en triangulaire, une analyse sensorielle descriptive comparative portant sur les descripteurs gustatifs suivants: acidité, salinité, sucrosité, amertume, astringence, longueur en bouche, note globale.

Résultats et discussion

Les résultats ont été synthétisés puis interprétés en une représentation graphique très schématique exprimant les antagonismes entre ces saveurs (*figure 1A*).

On peut noter ainsi que le goût salé est très antagoniste de la

saveur amère (angle de 90 °C entre les deux sensations) mais qu'il peut varier dans un sens proche de la saveur acide. Suite à ce diagramme certes simplifié, nous proposons une extrapolation possible au vin rouge en y intégrant certains de ses autres constituants (*figure 1B*).

Les tanins interviennent ainsi sur l'intensité tannique et l'astringence, mais peuvent dans certains cas intervenir sur l'amertume.

L'alcool est responsable de la sensation alcooleuse, par définition, mais peut contribuer également à la sensation de volume. Enfin, nous avons mené en complément d'autres manipulations sur vin rouge, non développées ici, mettant en œuvre des doses croissantes de CO_2 dans le vin (200, 500, 1000 mg/L): la présence de CO_2 , outre la sensation tactile « perlante », augmente les sensations acides et salées. C'est lorsqu'on s'intéresse à la notion d'équilibre que ces représentations trouvent tout leur intérêt pratique (*figures 1C et 1D*).

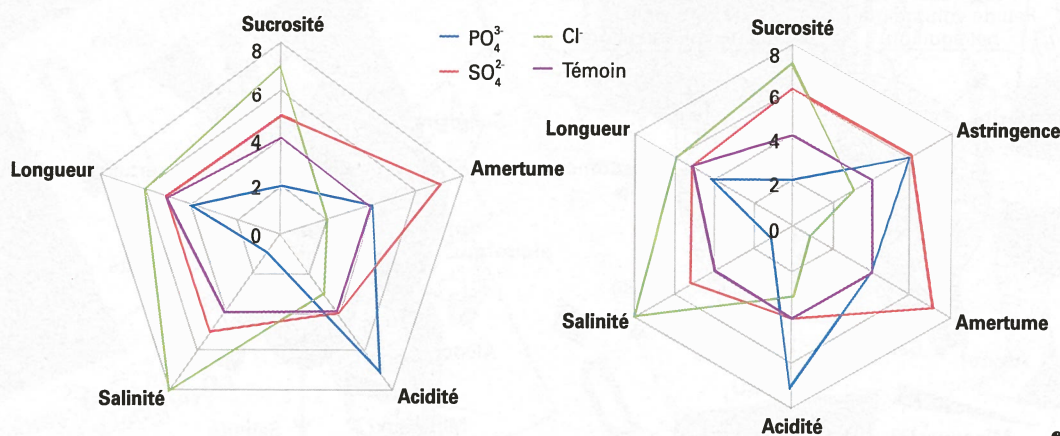
En effet, si l'une de ces saveurs prend trop le pas sur les autres, on déplace la balance sensorielle dans un cadran ou un autre, avec des perceptions plus agressives (astringence, salé, alcool...) dominantes. On pourrait ainsi considérer que, par exemple, un « grand vin » serait caractérisé par un équilibre sur des intensités fortes des saveurs individuelles, tandis qu'un vin plus modeste mais de qualité se définirait sur des saveurs moins intenses, mais toujours équilibrées les unes par rapport aux autres.

Ce type de diagramme est bien connu (Vedel et *al.*, 1972), mais celui-ci permet d'illustrer l'importance de la sensation salée dans notre approche de la qualité des vins: une saveur primaire à part entière, susceptible d'apporter ou de retirer l'harmonie à un vin. Cependant, à ce stade, il reste à déterminer l'impact dans le vin de chacun des sels minéraux, à la fois sur

■ **Figure 2: Impacts comparés d'ajouts de différents anions par acidification.**

A Côtes du Rhône blanc (baisse du pH de 0,05 unités).

B Côtes du Rhône rouge (baisse du pH de 0,1 unités).



■ **Figure 3: Impacts comparés d'ajouts de différents cations par ajout de sels minéraux.**

A Côtes du Rhône blanc (ajout de 0,5 g/hL).

B Côtes du Rhône rouge (ajout de 1,5 g/hL).

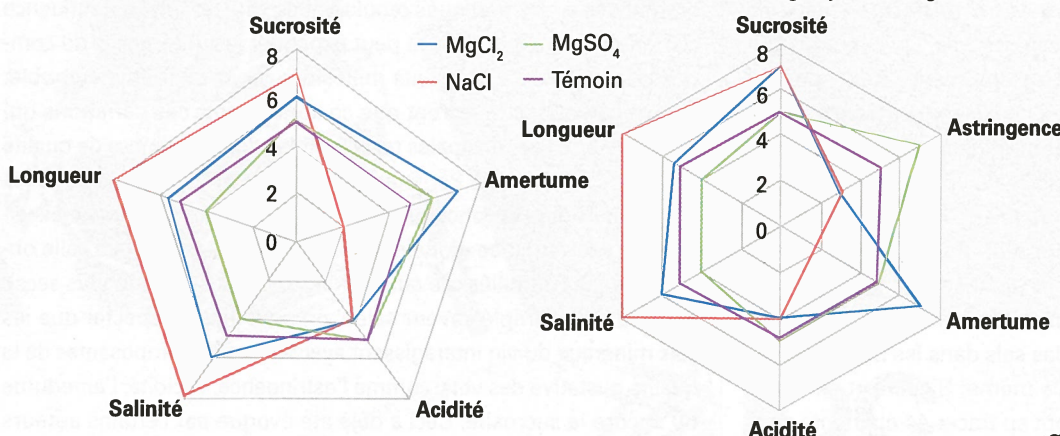
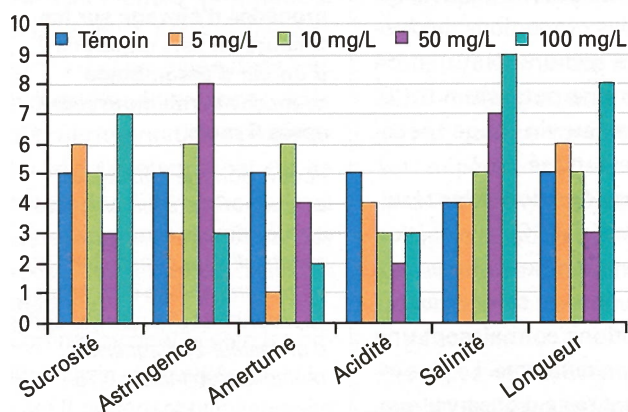


Figure 4: Impacts comparés de différentes doses d'ajout d'un mélange équiproportionnel de KCl et de NaCl.



à saveur salée mais aussi sur les saveurs primaires.

2^e étape: impact de différents anions sur la perception gustative d'un vin

Méthodologie

L'expérimentation a été menée sur un Côtes-du-Rhône blanc 2010 d'une part, sur un Côtes-du-Rhône rouge 2009 d'autre part. Ces vins ont

afin de déterminer un seuil de perception.

Pour valider ce seuil, des épreuves triangulaires ont été mises en place. Pour éviter tout effet de saturation des récepteurs sensoriels du jury, chaque dégustateur n'a effectué qu'une seule épreuve triangulaire par demi-journée.

Seules les modalités perçues comme étant différentes de manière hautement significatives (risque: 1 %) ont ensuite été

analysées en épreuve sensorielle descriptive. Cette analyse sensorielle a été volontairement simplifiée à 5 (vin blanc) ou 6 descripteurs (vin rouge): acidité, salinité, amertume, sucrosité, longueur, astringence. L'échelle de notation structurée s'étend de 1 à 10.

Résultats et discussion

Le seuil de perception déterminé correspond à des doses de sels ayant entraîné une diminution du pH de 0,05 unités en vin blanc et de 0,1 unités pour le vin rouge. Les résultats sensoriels correspondant à l'analyse descriptive pour ces ajouts sont donnés en figures 2A et 2B. On observe des différences très importantes entre les modalités, et qui vont dans le même sens que l'on soit en vin blanc ou en vin rouge.

Ainsi l'ion chlorure semble diminuer l'amertume de manière importante, tout en déplaçant l'équilibre vers la salinité, la longueur et la sucrosité. On retrouve ici l'antagonisme entre le salé et l'amer, évoqué précédemment.

L'ion sulfate semble apporter très peu de salinité et de sucrosité, mais bien davantage d'amertume et d'astringence. L'ion phosphate est loin d'être neutre puisqu'il amplifie nettement l'acidité au détriment de la salinité et de la sucrosité et accroît l'astringence en vin rouge.

3^e étape: impact de différents cations sur la perception gustative d'un vin

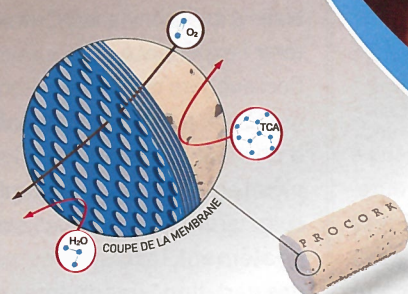
Méthodologie

L'expérimentation a été menée sur les mêmes vins que précédemment et dans les mêmes conditions d'analyse sensorielle. Les modalités comparées correspondent à des ajouts croissants de

Le bouchon en liège qui élimine les TCA

UNE NOUVELLE TECHNIQUE DE MEMBRANE

- Qui élimine tout risque de vin bouchonné
- Homogénéise les vins d'une même mise
- Permet une oxygénation mesurée



ProCork France
Luc Fabre 06 09 73 45 55

www.procork.fr

PROCORK
BREVET UNIQUE AU MONDE

Produits Bois Oenologiques

Chêne français du Centre.

36 mois de séchage naturel.



AROMOAK®

Staves • Inserts • Copeaux

Nos Torrifications

Au braséro

Torrification traditionnelle au feu de bois, façon tonnelier.



Par radiance céramique à cœur

La chauffe par radiance assure une qualité constante, offre une très bonne uniformité chromatique et oriente le profil aromatique des bois.



18 ans d'expérience

Vinea SAS • 17500 St-Germain de Lusignan • France
Tél.: 33 (0)5 46 48 50 98 • Fax: 33 (0)5 46 48 51 11
www.tonnellerie-vinea.fr



différents sels : chlorure de magnésium, chlorure de sodium et sulfate de magnésium, ce qui permet de comparer l'impact des cations Mg^{2+} et Na^+ entre eux.

Résultats et discussion

Le seuil de perception des différences entre les modalités de l'expérimentation se retrouve à un ajout de 5 mg/L pour le vin blanc et de 15 mg/L pour des vins rouges. Ce résultat est en lui-même essentiel, puisqu'il s'agit de quantités très faibles, correspondant à des variations que l'on peut facilement observer dans les vins. Notamment, certains vins australiens contiennent plus de 1000 mg/L de NaCl tandis que les vins français oscillent entre 5 et 50 mg/L en moyenne, pour ce même sel.

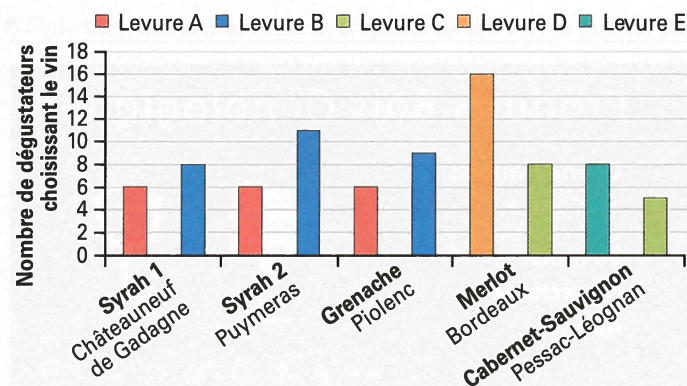
On remarque (*figures 3A et 3B*) le fort impact du cation sodium (Na^+), du moins quand il est associé à Cl^- , sur l'augmentation de la salinité, la longueur et sur la diminution de l'amertume.

En revanche, on note une augmentation de l'amertume, plus importante en vin rouge et particulièrement lorsqu'il est associé au chlorure, dès lors qu'on ajoute un sel de magnésium, mettant en évidence un rôle sensoriel important de ce cation.

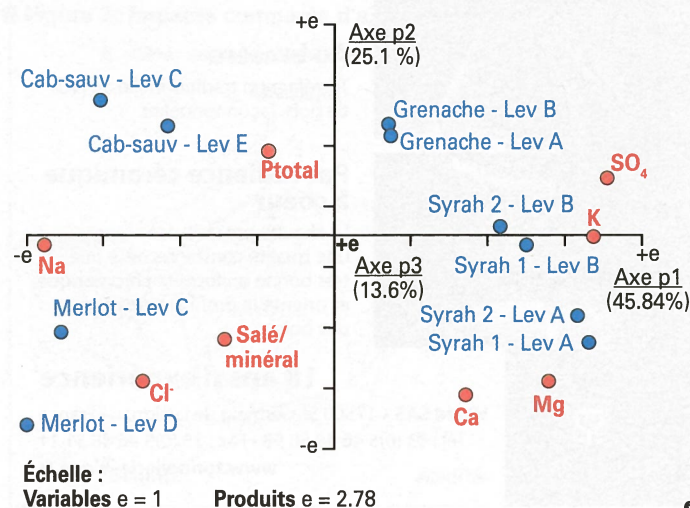
4^e étape : l'effet dose - une perception non linéaire des saveurs primaires

Selon la même méthodologie que pour les expériences précédentes,

■ **Figure 6 : Résultats d'analyse sensorielle sur la question (pour chaque essai comparant 2 modalités de levures) : « quel vin jugez-vous le plus salé ? ».**



■ **Figure 7 : Analyse en composantes principales synthétisant les résultats analytiques sensoriels et de composition en sels minéraux pour les différentes expérimentations comparatives de souches de levures.**



nous avons comparé l'effet de différentes doses d'un mélange en égales proportions de chlorure de sodium (NaCl) et de chlorure de potassium (KCl), ajoutées au vin rouge précédemment utilisé.

La *figure 4* en donne les résultats sensoriels. Si la sensation salée augmente logiquement avec la dose de sels, les autres perceptions connaissent une évolution différente. Le plus intéressant reste d'observer que, avant toute augmentation de la saveur salée, un faible ajout de sel (5 mg/l) modifie déjà la perception des autres saveurs primaires : l'effet antagoniste du sel sur l'astringence et l'amertume devient ici évident, avant même la perception du goût salé.

Cependant les diminutions d'astringence et d'amertume observées à une dose de 5 mg/L ne sont plus vraies pour une dose de 10 mg/L. Mais on les retrouve à une dose de 100 mg/L. Il en va de même pour les augmentations de sucrosité et de longueur en bouche.

Nous sommes donc ici face à une relation non plus linéaire mais sinusoïdale entre les saveurs primaires et l'ajout de sels de chlorure. Ceci explique notamment les divergences entre les conclusions des travaux traitant de ce sujet cités en introduction de cet article, mais cela traduit aussi, peut-être, des phénomènes complexes de saturation des récepteurs sensoriels de ces sels.

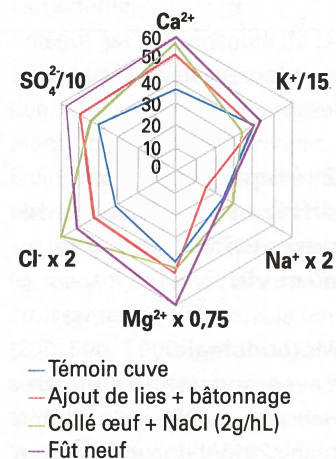
5^e étape : l'effet de pratiques œnologiques sur la saveur salée et la composition en sels minéraux des vins

Nous avons également cherché à appréhender l'effet de différentes pratiques œnologiques sur la composition en sels minéraux des vins, voire sur leur salinité sensorielle.

Une expérimentation sur différentes modalités d'élevage a été

■ **Figure 5 : Impacts comparés de différentes procédés d'élevage sur les teneurs en sels minéraux d'un vin d'assemblage grenache/syrah/mourvèdre après 6 mois.**

Pour raisons de lisibilité, les concentrations sont ramenées sur une échelle commune : sulfate, divisée d'un facteur 10 ; potassium, divisée d'un facteur 15 ; sodium et chlorure multipliés d'un facteur 2 ; magnésium, multiplié d'un facteur 0,75.



réalisée, dont les résultats analytiques sont donnés en *figure 5*. Un élevage en cuve sans ajout a été comparé avec un élevage similaire avec ajout de lies et bâtonnage, un collage à l'œuf avec ajout de sel (2 g/hL) et enfin un élevage en fût neuf sans ajout. On remarque ainsi que le bâtonnage des lies et plus encore le fût neuf semblent apporter du chlorure, du sodium mais également du calcium en quantité non négligeable. Le fût neuf est loin d'être neutre puisqu'il paraît apporter aussi du sulfate et du magnésium. On reconnaîtra toutefois que l'hétérogénéité entre différents fûts peut induire un biais et qu'il conviendrait de réitérer l'expérience.

Ceci suggère que les équilibres gustatifs, parfois changeants, d'un vin élevé en fût sont loin d'être soumis aux seules molécules aromatiques, mais sont également influencées par des variations importantes de minéraux.

L'effet observé avec les lies de levure nous a amenés à étudier

l'impact des levures actives sur ces mêmes paramètres. Depuis 2009, nous avons intégré la saveur salée dans nos fiches d'analyse sensorielle d'expérimentations pilote et terrain, révélant ainsi sur ce critère des différences perçues entre les vins fermentés par des souches sélectionnées distinctes (**figure 6**).

Comme on peut le voir, les différents vins fermentés par la levure B ressortent régulièrement un peu plus ou beaucoup plus salés que ceux obtenus avec la levure A. De même, la levure C semble donner des vins moins salés que les levures C et D. Si on croise ces données sensorielles avec l'analyse des sels minéraux des mêmes vins, on obtient une représentation par ACP (**figure 7**) qui, certes, manque d'échantillons pour être représentative mais nous informe néanmoins sur des tendances. Notamment le lien entre la quantité de chlorure et la saveur salée/minérale en bouche, et l'anti-corrélation de ces deux paramètres avec le sulfate et le potassium.

Également, on remarque des effets cépages intéressants : sur cépage syrah, l'effet levure semble ainsi très marqué, avec des différences de composition en sels minéraux entre modalités de souches de levures supérieures aux écarts entre les deux origines viticoles. Cet effet souche semble moins sensible sur grenache noir tandis que sur le cabernet et le merlot ces différences sont de nouveau plus importantes. De simples tendances ici, qui méritent d'être confirmées par des expérimentations ultérieures.

Conclusion

L'approche expérimentale que nous avons choisie pour aborder la minéralité gustative des vins est certes simpliste, basée sur des expérimentations schématiques, mais elle a permis de montrer que la saveur salée est

fondamentale et a toute sa place dans l'approche organoleptique du vin.

Nous avons cherché à définir la minéralité gustative d'un vin en partie sur sa constitution en sels minéraux, et il est apparu que cette démarche est adaptée à une approche scientifique. La salinité des vins a un impact sensoriel non systématique, mais courant.

Elle peut ainsi interférer sur l'ensemble des saveurs fondamentales que sont le sucré, le salé, l'acide et l'amer. Nous avons également pu montrer que des variations infinitésimales de contenu en sels, souvent inférieures à l'incertitude analytique de mesure, peuvent avoir un impact gustatif perceptible. La salinité est parfois le chaînon manquant permettant d'expliquer la qualité d'un millésime, d'une parcelle, d'un vin. Par ailleurs, nous avons également commencé à structurer une base de données en France et à l'étranger des vins selon leur composition en minéraux.

Cependant, l'horizon à explorer reste très étendu. Notamment, il reste à étudier l'évolution des sels minéraux durant toute la vie du vin, de la vigne à la bouteille, à développer, à mieux comprendre voire adapter cette approche à l'ensemble de la filière (par les voies agronomiques), les process œnologiques (physiques, chimiques et biotechnologiques). En somme, une porte ouverte jadis qui mérite d'être réouverte, et en grand ! ■

Remerciements : Les auteurs tiennent à exprimer leur profonde gratitude au personnel des sites de vinification où ont été réalisés les essais terrain, sans qui ces travaux n'auraient pas été possibles, ainsi qu'à Lallemand pour la fourniture de certains vins issus de ces essais. Nous voulons bien sûr remercier Éric Teillet, d'AgroParisTech, pour ses travaux sur les minéraux des eaux, puis des vins, et la collaboration que nous avons partagée.

NDLR : Les références bibliographiques concernant cet article sont disponibles sur simple demande auprès de la Revue des Œnologues.

- Par courrier : joindre une enveloppe affranchie, avec les références de l'article
- Sur internet : www.oeno.tm.fr

DiaSys France, l'Offre globale

Une gamme d'automates séquentiels

BioMajesty®

800 tests/heure

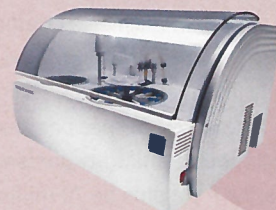


De types ouverts

Economiques

respons®920

200 tests/heure



respons®910W

150 tests/heure



La gamme de réactifs **NEOS**

Acide acétique	Acide citrique	De grande stabilité	
Acide gluconique	Acide lactique	Prêts à l'emploi	
Acide malique	Acide pyruvique	Liquides	
Acide tartrique	Acétaldéhyde	Anthocyanine	
Azote aminé	Azote ammoniacal	Calcium	Catéchines
Chlorures	Cuivre	Fer	Glucose/Fructose
Magnésium	Polyphénols	Potassium	SO2 libre
			SO2 total

Un Moniteur Technique de Production

Concentrateur de connexions d'automates
Concentrateur de contrôles de qualité

Une Assistance téléphonique

Un Service Après-vente

DiaSys France

2 rue Barlet :: CS 66 :: 32100 Condom :: France
Tél +33 (0)5 62 68 38 00 :: Fax +33 (0)5 68 38 38 05
contact@diasys.fr :: www.diasys.fr



CHOOSING QUALITY.*

* Le choix de la qualité