



VIGNERONS BIO
NOUVELLE AQUITAINE



ISVV
INSTITUT DES SCIENCES
DE LA VIGNE ET DU VIN
BORDEAUX AQUITAINE

université
de BORDEAUX



Goût de souris dans les vins

État des connaissances à ce jour

AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE :



VINS DE
BORDEAUX *B*

La Nouvelle-Aquitaine et l'Europe
agissent ensemble pour votre territoire



> Édition 2023



Édito

Pierrick LAVAU

Vigneron Bio à Saint Etienne de Lisse
Président de la Commission Technique de Vignerons Bio
Nouvelle-Aquitaine



Mes chers collègues,

Que ce soit pour répondre à la demande du consommateur ou dans une volonté technique de réduire les intrants dans nos vins, nous sommes de plus en plus nombreux à souhaiter produire des vins sans sulfites ajoutés. Le challenge de vinifier sans SO₂ implique de redoubler de rigueur au niveau de la protection contre les déviations microbiologiques et les risques d'oxydation. Cela pose également de nouvelles questions quant à l'évolution tannique et aromatique de nos vins, que nous avons toujours connus jusqu'alors qu'en présence de sulfites.

Un défaut qui avait justement disparu, fait son « come-back », le fameux goût de souris. La Commission Technique de Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine a souhaité travailler sur la question afin d'être mieux armé face à ce défaut dont on ne sait pas tout. Associés à nos partenaires ingénieurs et chercheurs de l'IFV, ISVV et Chambres d'Agriculture, cette plaquette synthétise nos connaissances et les questionnements à ce jour sur le goût de souris, afin d'appréhender le plus sereinement possible l'élaboration de nos vins Bio.

Bonne lecture !

Sommaire

Qu'est-ce que le goût de souris ?	8
Les molécules impliquées	8
Descripteurs aromatiques	9
Quelles sont les origines du goût de souris ?	10
Les micro-organismes responsables	10
Les facteurs physico chimiques favorisant le développement du goût de souris	13
Comment peut-on mesurer le goût de souris ?	15
L'analyse chimique des composés du goût de souris	15
L'analyse sensorielle et kit de formation	17
Le goût de souris est-il très répandu ?	18
Moments d'apparition	19
Répartition régionale	20
Goût de souris et <i>Brettanomyces</i>	20
Vins sans sulfites ajoutés, environnement propice au risque	21
Quid des fermentations indigènes ?	21
L'importance de la formation à la reconnaissance du goût de souris	21
Comment se prémunir du goût de souris ? Existence de solutions curatives ?	22
Tests curatifs	22
Pistes préventives	24
Conclusion	26

Les partenaires



Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine est un syndicat professionnel créé en 1995 par des vignerons Bio, pour des vignerons Bio. En 2023, **Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine** représentait les intérêts de **200 structures viticoles Bio auxquelles s'ajoutent une centaine de coopérateurs** par notre partenariat avec Interbio Nouvelle-Aquitaine.

La volonté du Syndicat est de développer une viticulture biologique certifiée, plurielle et viable économiquement.

Pour ce faire, les missions de Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine s'articulent autour de **4 grands pôles** :

- **la défense syndicale**, pour porter la voix des vignerons Bio auprès des instances locales, nationales et européennes.
- **l'expertise oenologique et économique**, pour apporter analyse, outils et accompagnement aux producteurs.
- **la promotion des vins Bio** pour les mettre en avant auprès des professionnels et particuliers.
- **la recherche et l'expérimentation** pour permettre aux vignerons Bio d'être au cœur des innovations viticoles et oenologiques de demain.

Tous les vignerons certifiés Bio ou en conversion de Nouvelle-Aquitaine peuvent adhérer, contactez-nous !



L'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) est **l'institut technique de la filière vitivinicole**. Organisme qualifié, l'IFV dispose d'un savoir-faire et de compétences techniques et scientifiques sur l'ensemble du procédé, de la vigne au vin. Ses équipes pluridisciplinaires conduisent **des expérimentations de recherche appliquée**, maillon essentiel pour assurer le transfert entre la recherche académique et le développement sur le terrain.

Le pôle IFV de Nouvelle-Aquitaine, dans le cadre du Vinopôle Bordeaux Aquitaine, est en particulier référent sur :

- **la réduction des intrants phytosanitaires, le développement du biocontrôle et les bonnes pratiques de pulvérisation**
- **la microbiologie appliquée à l'oenologie**
- **la maîtrise des résidus dans les vins**
- **la maîtrise et la diminution des intrants oenologiques**
- **l'étude des procédés et matériels innovants**

Le pôle microbiologie de l'IFV, basé à Vertou, a mis à disposition ses compétences sur la diversité des micro-organismes, leur caractérisation et sélection ainsi que leur conservation au sein du CRB (Centre de Ressources Biologiques). L'équipe a l'expérience de la microbiologie des vins sans sulfites ajoutés.

En tant qu'Institut technique national de la filière viti-vinicole, l'IFV assure une dissémination des références au-delà de la Nouvelle-Aquitaine.

Les partenaires



L'Institut des Sciences de la Vigne et du Vin (ISVV) est un **pôle pluridisciplinaire et international de recherche et d'enseignement supérieur dédié à la vigne et au vin.**

L'ISVV regroupe, sur le site INRAE à Villenave d'Ornon, **l'ensemble des équipes de la recherche, de la formation et du transfert de technologie et accueille plus de 600 étudiants.** Il a ouvert ses portes en janvier 2009, grâce au soutien du Conseil Régional d'Aquitaine, l'Union Européenne (FEDER), l'Etat, le Conseil Général de la Gironde, Bordeaux Métropole, l'INRAE et le Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux. Aujourd'hui l'ISVV a le statut d'**un institut dérogatoire de l'Université de Bordeaux.** Il maintient des liens forts avec les acteurs de la profession, notamment avec le CIVB, et développe des actions de transfert en collaboration avec le cluster Inno'Vin.

L'Unité Mixte de Recherche OEnologie (UMR 1366 OENO) de l'ISVV réalise des travaux de recherche au service de la filière vitivinicole, impliquant à la fois l'acquisition de connaissances fondamentales et le développement de savoir-faire et d'innovations. Elle a pour mission de contribuer à la préservation et à la valorisation de la qualité du vin. L'unité rassemble plus de 100 chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs, techniciens, doctorants et post-doctorants, spécialistes de toutes les disciplines de l'œnologie.



REJOIGNEZ NOTRE POOL DE VIGNERONS EXPÉRIMENTATEURS !

« Comment fonctionne
le pôle recherche et
expérimentations de Vignerons
Bio Nouvelle-Aquitaine ? »

Depuis 2011, le syndicat participe à des programmes de recherche sur le vin Bio en proposant aux vignerons adhérents d'être acteurs d'expérimentations. **Les collaborations établies avec nos partenaires, permettent de répondre à la problématique selon 3 échelles :**

- Recherche fondamentale par l'ISVV
- Recherche appliquée en parcelles et chais expérimentaux par l'IFV, Vinopôle Bordeaux Aquitaine
- Recherche appliquée en conditions terrain par Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine et les Chambres d'agriculture.

À noter que certains projets d'envergure nationale ou internationale font intervenir des partenaires d'autres régions viticoles de France ou du monde.

Tous les sujets sont choisis et décidés en Commission technique de Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine directement par les vignerons.

« Qu'est-ce que cela peut
apporter à mon exploitation
d'intégrer le pool ? »

Travailler sur des problématiques techniques que vous rencontrez et ce, gratuitement !

Par exemple, vous souhaitez réaliser des fermentations malolactiques indigènes spontanées, mais certains lots ne démarrent jamais seuls. Avec le pool, vous pourrez mettre en place un protocole résolvant le blocage avec identification des souches de bactéries récalcitrantes à la fermentation malolactique.

Placer votre exploitation dans une dynamique de constante amélioration de qualité de vos vins Bio.

Par exemple, vous êtes intéressé par les vins sans sulfites ajoutés, mais vous hésitez à vous lancer seul. Grâce au pool, vous aurez la possibilité de tester différents protocoles de vinification et élevage et de faire déguster le vin à des professionnels pour orienter votre choix d'itinéraire produit.

Être au courant des dernières innovations et résultats de recherche

Par exemple, vous aimeriez en savoir plus sur certains intrants comme le chitosane, et le tester chez vous. Le pool vous permettra de suivre différentes modalités en exploitation et en micro-vinification à l'IFV, de participer aux dégustations et de choisir des solutions adaptées à vos enjeux.

« Qu'est-ce
qu'on attend
de moi ? Cela
va me prendre
du temps ? »

Toute expérimentation, la plus simple soit-elle, demande surtout de la rigueur, du début à la fin du test (ne pas s'arrêter en route, ou changer le protocole) : sinon, pas de résultats exploitables !

Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine sera à vos côtés avant, pendant et après l'expérimentation.

La totalité du processus sera décrit et discuté au préalable : nous limitons au maximum les imprévus (bien qu'en recherche, le 0 imprévu n'existe pas !). C'est donc bien vous, qui serez amenés à réaliser les essais dans votre chai, en suivant ce protocole défini ensemble. La totalité du matériel vous sera fourni en amont des vendanges, vous permettant d'être prêt.

Pour gagner du temps, communiquer est la clé de la réussite ! Nos experts seront sur le terrain durant toute la période des tests, à votre disposition pour répondre à vos questions, prélever les échantillons et partager, commenter, discuter les résultats d'analyse. Ils s'adapteront à vos contraintes mais pensez à rester joignable !

« Et si je
souhaite réaliser
des essais en
propre ? »

Souvent, les questions de chacun peuvent servir au collectif ! Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine propose donc aux domaines adhérents un accompagnement dans la mise en place d'essais en propre avec :

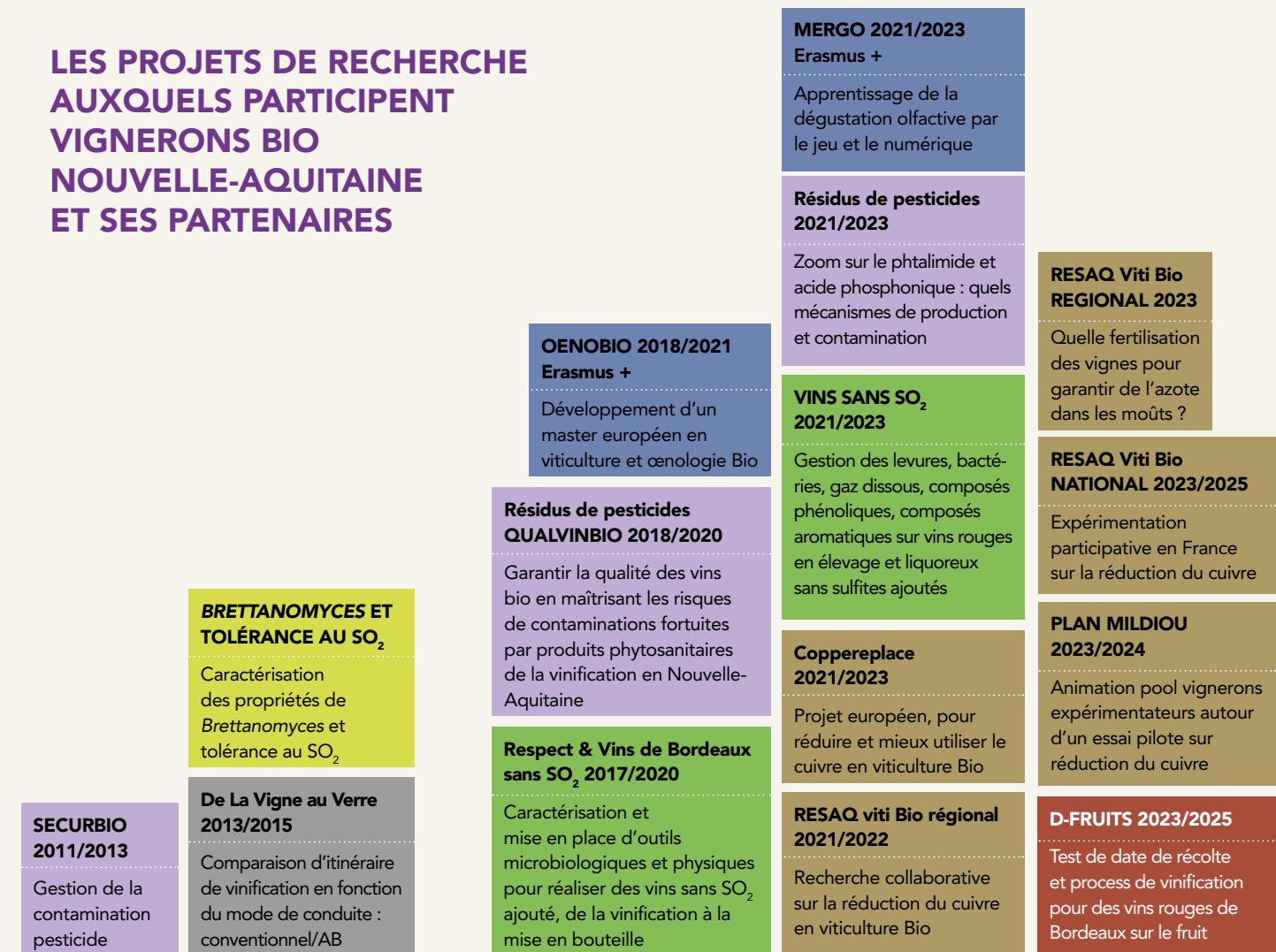
- Expertise sur la question de recherche,
- Conseil sur la rédaction du protocole et mise en place de l'essai,
- Mise en relation avec chercheurs, experts du sujet et autres domaines réalisant des essais sur ce thème.

**SI CELA VOUS
INTÉRESSE,
CONTACTEZ-NOUS !**

Stéphane BECQUET
dirtech@vigneronsbionouvelleaquitaine.fr
06 32 68 88 80

Anne HUBERT
economie@vigneronsbionouvelleaquitaine.fr
07 88 09 00 53

LES PROJETS DE RECHERCHE AUXQUELS PARTICIPENT VIGNERONS BIO NOUVELLE-AQUITAINE ET SES PARTENAIRES



DOMAINES DE RECHERCHE

- Résidus pesticide
- Microbiologie
- Modes de production
- Vinification sans SO₂
- Nouveaux intrants
- Réduction du cuivre en viticulture Bio
- Diffusion, enseignement
- Vinification / élevage

Qu'est-ce que le goût de souris ?

LES MOLÉCULES IMPLIQUÉES

« Goût de souris », drôle de dénomination pour une déviation du vin... Ce défaut, documenté depuis les années 70, a toujours été considéré comme rare. Il fait partie de la liste des problématiques sensorielles étudiées en cours d'œnologie mais que l'on ne retrouvait plus depuis longtemps sur le terrain. Il est pourtant **en recrudescence** depuis une dizaine d'années dans tous les vignobles que ce soit en France ou à l'étranger. Cela s'explique par :

- **le changement des pratiques au chai** : plus particulièrement la baisse de l'utilisation du SO₂ et autres intrants (azote), ainsi que le recours plus fréquent aux flores indigènes pour les fermentations.
- **le changement des matrices** : avec le réchauffement climatique, les matrices ont évolué avec la hausse des pH.

Ces deux phénomènes entraînent un développement plus important des micro-organismes, notamment d'altération.

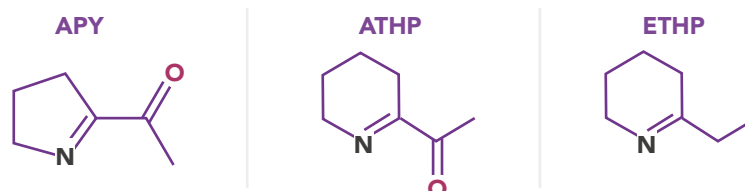
A ce jour, trois molécules ont été identifiées comme responsables du goût de souris faisant partie de la **catégorie des N-hétérocycles**¹ :

APY : 2-acétyl-1-pyrroline

ATHP : 2-acétyltétrahydropyridine

ETHP : 2-éthyltétrahydropyridine

Figure 1 : Molécules responsables du goût de souris

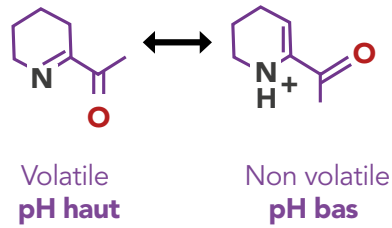


Au niveau chimique, ces trois molécules existent sous deux formes dans le vin : volatile et non volatile. L'abondance des molécules sous une forme plutôt qu'une autre est dépendante du déplacement d'équilibre entre la forme protonée des molécules (NH⁺, favorisée à pH acide qui est très polaire et donc peu volatile) et la forme déprotonée. La déprotonation a lieu avec la remontée du pH en bouche, rendant les molécules plus volatiles.



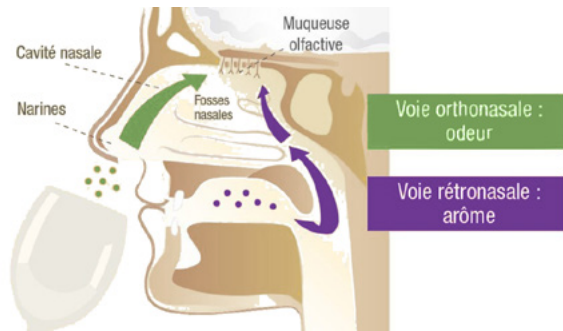
1. Snowdon E. M., Bowyer M.C., Grbin P.R. and Bowyer P.K., 2006. Mousy off-flavor: a review. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(18), 6465–6474. <https://doi.org/10.1021/jf0528613>

Figure 2 :
Les deux formes
volatile/non volatile
des molécules
responsables



Au pH du vin les molécules incriminées ne sont donc pas volatiles et ne peuvent pas être détectées par la voie ortho-nasale (c'est-à-dire au « sniffing », avec le nez). Au contact de la salive dont le pH moyen est autour de 7,2, l'équilibre des différentes formes des molécules est décalé vers la forme déprotonée. Les molécules sont alors volatiles et perceptibles en fin de bouche, par la voie rétro-nasale.

Figure 3 :
Perception
rétro-nasale
du goût de
souris



(source : BIVB)

Il n'est pas exclu à l'avenir de découvrir d'autres molécules pouvant être responsables de la perception du goût de souris.

EN RÉSUMÉ

La perception est donc dépendante principalement du pH puisque selon la valeur de celui-ci les molécules sont plus ou moins volatiles et donc perceptibles. C'est la première particularité de ce défaut car il est reconnaissable **uniquement en voie rétro-nasale** (après mise en bouche).



DESCRIPTEURS AROMATIQUES

La deuxième particularité du goût de souris est une nouvelle fois sensorielle en raison de la palette des descripteurs aromatiques qui le définit. Celle-ci est importante allant de « la cage de rongeurs mal entretenue » (d'où le nom du défaut), au popcorn, en passant par la charcuterie (plus particulièrement peau de saucisson), le riz basmati ou encore le vomit.

Figure 4 :
La palette des
descripteurs du goût
de souris



(source IFV)

Ces variations de perception au niveau de la dégustation peuvent s'expliquer par **des différences de proportions entre les trois molécules**, bien qu'à ce jour aucun descripteur en particulier ne soit associé spécifiquement à une molécule. Elles s'expliquent également par **les différences de capacité à percevoir le défaut entre dégustateurs** : nous ne sommes pas tous égaux face à ce défaut (variation de pH buccal) et une partie de la population est même complètement anosmique (insensible au goût de souris et ne peuvent donc le percevoir).

Les différences de sensibilité inter-dégustateurs sont donc importantes rendant l'évaluation quantitative et qualitative difficile avec en premier lieu la perception de la présence du goût de souris ou non et dans un second temps leur description. Il existe aussi **des différences intra-dégustateur** puisque selon l'heure de la journée ou les aliments ingérés, des variations de pH buccal peuvent être observées. La sensibilité face au défaut est alors elle aussi modifiée pour une même personne.

EN RÉSUMÉ

Le goût de souris est particulier par sa difficulté à être décelé et caractérisé organoleptiquement. À ce jour, trois molécules sont identifiées comme responsables de sa présence dans les vins, dont les origines de formation sont encore en phase d'exploration dans plusieurs travaux de recherche.



Quelles sont les origines du goût de souris ?

Pour l'origine de la formation des molécules, l'état des lieux des connaissances aujourd'hui est le suivant :

- **une origine principale microbiologique** : la formation des trois molécules serait due à des micro-organismes présents dans le vin et plus particulièrement les bactéries lactiques (*Oenococcus oeni*) et les *Brettanomyces*.
- **une origine chimique** : encore très peu documentée aujourd'hui, une seconde origine de formation serait par voie chimique et plus précisément via la voie de Maillard (réaction des protéines et des sucres, bien connue en agro-alimentaire). Cependant la part des molécules formée par cette voie est encore inconnue.

LES MICRO-ORGANISMES RESPONSABLES

Des études récentes² s'intéressent aux microorganismes présents dans les vins sourissés. Il s'agit pour majorité de vins élaborés avec des teneurs réduites en SO₂.

Une soixantaine de vins présentant ce défaut ont été récoltés par l'IFV de Vertou. Leur analyse microbiologique a mis en évidence que **75 % des vins contenaient des *Oenococcus oeni*³ et 20 % étaient contaminés par des *Brettanomyces bruxellensis* (>10² UFC/ml)**. La très grande majorité des 800 isolats de bactéries lactiques issus de ces 60 vins appartiennent à l'espèce *O.oeni* et présentent 155 profils génétiques différents sans prédominance particulière. Quant aux 700 isolats de levures

2. Moulis P., Miot-Sertier C., Cordazzo L., Claisse O., Franc C., Riquier L., Albertin W., Marchand S., De Revel G., Rauhut D., Ballestra P. (2023). Which microorganisms contribute to mousy off flavour in our wines? *Oeno One*, 57(2), 177–187. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2023.57.2.7481>

3. Attention toutefois à ne pas faire de raccourci. Un vin sans sulfites ajoutés avec présence d'*O.oeni* ne présentera pas obligatoirement le défaut ! Il est normal qu'une population de ces bactéries lactiques soit présente, surtout pendant la vinification.

provenant de ces mêmes échantillons, ils appartiennent principalement aux espèces *Saccharomyces cerevisiae* et *Brettanomyces bruxellensis*. Quelques *Pichia*, *Cryptococcus* et *Hanseniaspora* font partie des autres levures identifiées.

25 vins sourissés d'origine géographique très diverse ont également été analysés par l'ISVV et les résultats vont dans le même sens que ceux obtenus à l'IFV de Vertou (Tableau 1). 84 % des échantillons de vins contenaient des *O.oeni*, 20 % étaient contaminés par *Brettanomyces bruxellensis*. On peut noter aussi que près de la moitié des échantillons (48 %) contenaient des *Saccharomyces cerevisiae*. D'autres espèces ont été identifiées mais leur prévalence est plus faible. C'est le cas des bactéries lactiques *Lentilactobacillus hilgardii* et *Pediococcus parvulus* ou bien des levures d'altération *Priceomyces carsonii* et *Pichia manshurica*, identifiées chacune dans 2 ou 3 échantillons.

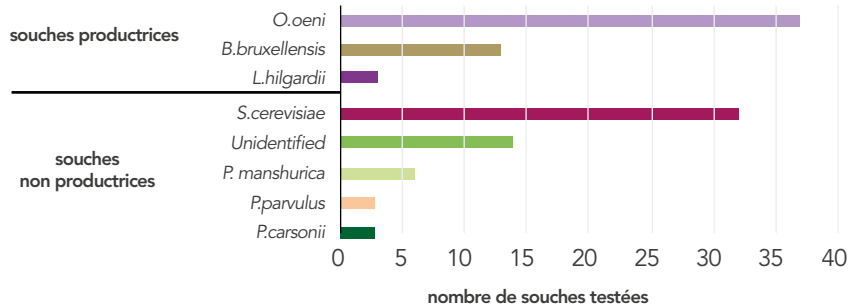
Tableau 1 : Prévalence des espèces microbiennes identifiées dans 25 échantillons de vins sourissés²

Molécules	Nombre d'échantillons	Prévalence (%)
Bactéries lactiques	23	92
<i>Oenococcus oeni</i>	21	84
<i>Lentilactobacillus hilgardii</i>	3	12
<i>Pediococcus parvulus</i>	2	8
Bactéries acétiques	8	32
Levures	16	64
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12	48
<i>Brettanomyces bruxellensis</i>	5	20
<i>Priceomyces carsonii</i>	3	12
<i>Pichia manshurica</i>	2	8
Absence micro-organismes	1	4
Total	25	

Les chercheurs de l'ISVV ont mis au point **un test permettant d'évaluer la capacité des micro-organismes du vin à produire les composés APY, AHP et EHP en conditions standardisées**. Les levures ou bactéries à tester sont inoculées à forte dose dans un milieu synthétique propice au développement du défaut. Après 24h d'incubation, les N-hétérocycles du goût de souris sont dosés par SBSE-GC-MS (voir « Comment mesurer le goût de souris ? »). Les résultats obtenus sur les souches isolées des 25 vins sourissés sont présentés sur la figure suivante.

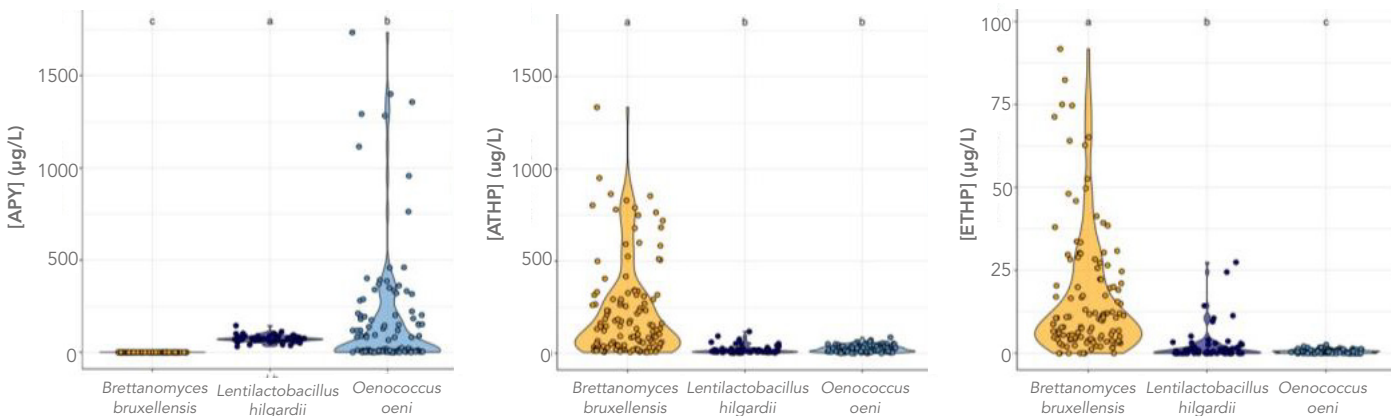


Figure 5 : Capacité des souches isolées à partir de 25 vins sourissés à produire au moins un des trois composés du goût de souris dans un milieu synthétique en conditions standardisées²



Toutes les souches de *B.bruxellensis*, *L.hilgardii* et *O.oeni* testées sont capables de produire au moins un des composés sourissés en conditions de laboratoire. Les souches de *P.parvulus*, *S.cerevisiae*, *P.carsonii* et *P.manshurica* n'en sont pas capables. Le screening a été étendu à des souches de collection appartenant aux trois espèces productrices. Elles ont été choisies de façon à rendre compte de la diversité génétique intra-espèce. Les résultats montrent que les 22 souches de *B.bruxellensis*, les 10 souches de *L.hilgardii* et les 20 souches d'*O.oeni* retenues pour l'étude produisent toutes au minimum un des trois composés responsables du goût de souris.

Figure 6 : Composés du goût de souris (APY, ATHP, ETHP) produits en conditions standardisées par *Brettanomyces bruxellensis*, *Lentilactobacillus hilgardii* et *Oenococcus oeni* (µg/L de milieu synthétique)²



Les niveaux de production diffèrent d'une espèce à l'autre. La levure *B.bruxellensis* n'est pas capable de produire le composé APY mais elle produit beaucoup plus d'ATHP et d'ETHP que les bactéries lactiques. Les niveaux de production dépendent aussi fortement de la souche considérée. Leur variabilité est d'autant plus importante que les souches appartiennent aux espèces *O.oeni* ou *B.bruxellensis*. On peut noter par exemple que certaines souches d'*O.oeni* sont capables de produire 10 fois plus d'APY que d'autres souches de la même espèce. Il en est de même pour la production d'ATHP au sein de l'espèce *B.bruxellensis*. Il est entendu que ces résultats sont obtenus en milieu modèle mais ils laissent à penser que **certaines souches pourraient être plus à risque que d'autres pour déclencher l'apparition du goût de souris dans les vins**. Aucun lien n'a pu être établi entre le groupe génétique (notamment celui comprenant les levures *B.bruxellensis* résistantes au SO₂) et la capacité à produire de grandes quantités de composés du goût de souris.

En 2022, une étude s'est intéressée aux vins sourissés issus de la Région Nouvelle-Aquitaine. Elle est réalisée dans le cadre du projet « VINS SANS », volet Vins Sans SO₂, financé par la région Nouvelle-Aquitaine, l'Europe et avec le soutien du CIVB. Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine, le Vinopôle Bordeaux Aquitaine, l'IFV, la Chambre d'Agriculture et l'ISVV travaillent à identifier des vins sourissés parmi les vins produits sans ajout de SO₂ en région puis de les analyser pour mieux comprendre l'origine de l'altération. Les premiers résultats des analyses microbiologiques réalisées sur des vins en cours d'élaboration ou des vins embouteillés montrent aussi la présence d'*O.oeni* et *B.bruxellensis* dans les échantillons sourissés, avec une prévalence plus élevée pour les bactéries lactiques. Les résultats de ce programme seront publiés prochainement.

EN RÉSUMÉ

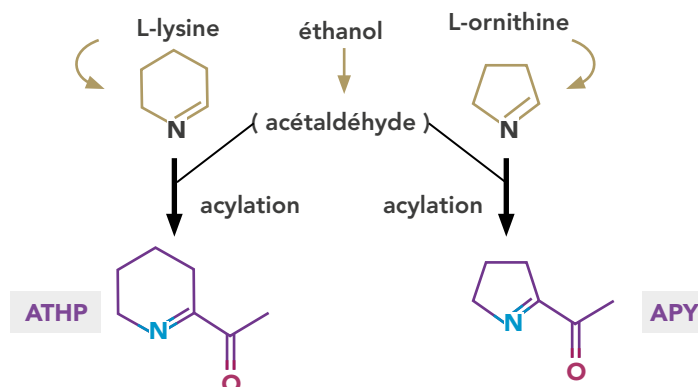
Les bactéries lactiques de l'espèce *Oenococcus oeni*, considérées comme bénéfiques pour le vin du fait de leur implication dans la fermentation malolactique, et les levures d'altération de l'espèce *Brettanomyces bruxellensis*, déjà connues pour la production d'éthylphénols sont les principaux producteurs des composés du goût de souris. Certaines souches sont plus performantes que d'autres et pourraient constituer un danger plus important pour le développement du goût de souris dans les vins. Les bactéries lactiques appartenant à l'espèce *Lentilactobacillus hilgardii* sont également capables de produire les *N-hétérocycles* du goût de souris en conditions standardisées et pourraient aussi contribuer au développement du défaut dans les vins.



LES FACTEURS PHYSICO CHIMIQUES FAVORISANT LE DÉVELOPPEMENT DU GOÛT DE SOURIS

Les mécanismes microbiens impliqués dans la formation des composés du goût de souris ne sont pas clairement définis. Des voies de biosynthèse ont tout de même été proposées. Ainsi, chez *Lentilactobacillus hilgardii*, l'ATHP et l'APY seraient produits à partir de la *L-lysine* et de la *L-ornithine*, ces deux acides aminés étant présents naturellement dans les moûts et les vins (Figure 7). C'est le transfert d'un groupement acyle assuré par les bactéries lactiques à partir de l'acétaldéhyde qui conduirait à la formation de ces deux *N-hétérocycles*. La présence de sucre, d'éthanol et de certains ions est alors requise. Il s'agit des ions Fe²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺ et Ca²⁺. L'ETHP proviendrait quant à lui de la réduction de l'ATHP.

Figure 7 :
Mécanismes de production
hypothétiques de deux composés
du goût de souris chez
***Lentilactobacillus hilgardii*⁴**



Un mécanisme similaire a été proposé pour la production d'ATHP chez *Brettanomyces bruxellensis*. Rappelons que cette levure ne produit pas d'APY. Le cycle intermédiaire pourrait être obtenu par cyclisation de la L-lysine ou bien de la cadavérine, une amine biogène produite dans les vins⁵.

Les composés évoqués ci-dessus sont généralement présents au cours de la vinification et la raison pour laquelle le défaut se développe dans certains vins et pas dans d'autres reste à déterminer. Son apparition est sans doute liée au métabolisme des différentes souches de microorganismes en présence, à la concentration en précurseurs des *N*-hétérocycles impliqués dans l'altération, à la concentration en acétaldéhyde (et donc en sulfites) et à la composition en polyphénols des vins.

Une analyse physico-chimique et biochimique des vins sourissés récoltés par le laboratoire Excell montre qu'ils contiennent des teneurs remarquables en azote (≥ 40 mg/L et dans de nombreux cas ≥ 100 mg/L vs ≤ 30 mg/L pour les vins classiques) et parfois des amines biogènes comme la cadavérine ou la putrescine⁶. Une teneur importante en azote suggère une concentration élevée en acides aminés favorables au développement du goût de souris. La présence d'acide D-lactique et d'acides gras de type isovalérique et isobutyrique trouvée dans les vins sourissés pourrait être la signature d'un développement de bactéries lactiques comme *O. oeni* ou du développement des levures de l'espèce *B. bruxellensis* sur des sucres résiduels. Les rapports 4-éthylphénols/4-éthylgâïacol inférieurs à 3 alors qu'ils sont généralement entre 4 et 10 laissent penser que les souches de *B. bruxellensis* impliquées pourraient être différentes de celles présentes habituellement⁶. Ces éléments iraient dans le sens des mécanismes proposés.

Le goût de souris est plus fréquemment rencontré dans des vins élaborés avec de faibles teneurs en SO_2 . **Cela ne découlerait pas uniquement de l'absence de l'effet anti-microbien et donc inhibiteur du SO_2 vis-à-vis des microorganismes producteurs, mais serait dû aussi à l'absence de l'effet tampon du SO_2 sur le potentiel RedOX des vins.** Les vins sourissés analysés par Excell présentent un indice global d'oxydabilité bien inférieur aux vins non altérés par le défaut. Cet indice calculé à partir de mesures faisant appel à des techniques d'électrochimie permet d'estimer la quantité totale de composés réactifs à l'oxydation. Un indice bas dans les vins sourissés laisse supposer une fragilité plus importante à l'oxydation⁶. Une voie chimique pour la production des composés du goût de souris est alors envisagée.

- Costello, P. J., & Henschke, P. A. (2002). Mousy off-flavor of wine : Precursors and biosynthesis of the causative N-heterocycles 2-ethyltetrahydropyridine, 2-acetyltetrahydropyridine, and 2-acetyl-1-pyrroline by *Lactobacillus hilgardii* DSM 20176. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(24), 7079-7087. <https://doi.org/10.1021/jf020341r>
- Grbin, P., Herderich, M., Markides, A., Lee, T.H., Henschke, P.A. (2007). The role of lysine amino nitrogen in the biosynthesis of mousy off-flavor compounds by *Dekkera anomala*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(26), 10872-10879. <https://doi.org/10.1021/jf071243e>
- Renouf, V., Boutou, S., Bergia, C. (2020). Le goût de souris dans les vins. Un état des lieux, une méthode de dosage efficace, et des perspectives. *Revue des Oenologues*, 177, 50-53

Comment peut-on mesurer le goût de souris ?

L'ANALYSE CHIMIQUE DES COMPOSÉS DU GOÛT DE SOURIS

Plusieurs méthodes d'analyse chimique sont désormais disponibles pour quantifier les composés responsables du goût de souris dans les vins. Cela n'a pas toujours été le cas et le manque de moyens d'analyse a longtemps constitué un frein à l'avancée des connaissances sur le sujet.

La **chromatographie en phase gazeuse (GC)** a été la première technique utilisée pour doser les N-hétérocycles du goût de souris dans les vins. La méthode implique l'extraction des composés d'intérêt, leur vaporisation suivie de leur séparation sur colonne capillaire puis leur détection et quantification par **spectrométrie de masse (MS)**.

Des essais d'extraction par **HS-SPME** ont été réalisés de façon à rendre cette technique plus respectueuse de l'environnement et moins coûteuse en temps et en consommables. Il s'agit de faire adsorber les composés d'intérêt sur une fibre positionnée dans l'espace de tête au-dessus de l'échantillon puis de les faire désorber au moment de l'injection dans la colonne capillaire. Cette technique nécessite également un ajustement préalable du pH du vin. Son principal inconvénient réside dans le fait qu'elle ne permet pas un dosage simultané des trois composés d'intérêt et sa sensibilité reste à améliorer. C'est pourquoi Kiyomichi et al. (2023)⁷ se sont attachés à développer à l'ISVV une nouvelle méthode d'extraction basée sur l'utilisation de barreaux magnétiques dont le revêtement absorbant permet au moment de l'agitation de l'échantillon de concentrer les composés d'intérêt. L'extraction est réalisée à partir de vins préalablement alcalinisés. Après agitation, le barreau est retiré de l'échantillon et soumis à une température élevée pour désorber les composés à injecter dans la colonne capillaire. La **SBSE-GC-MS**, c'est le nom donné à cette technique, permet une quantification simultanée des molécules d'APY, d'ATHP et d'ETHP dans les vins rouges, blancs ou rosés. Les paramètres de performance sont satisfaisants avec des seuils de détection et de quantification relativement bas et une bonne répétabilité. 48 vins élaborés sans ajout de SO₂ et reconnus comme altérés par le goût de souris à la dégustation ont été analysés avec cette méthode. Les résultats permettent de classer les vins en 4 catégories selon la présence simultanée, ou pas, de plusieurs composés du goût de souris (Tableau 2).

Tableau 2 : Résultats du dosage des N-hétérocycles du goût de souris dans 48 vins sourissés élaborés sans ajout de SO₂ (altération confirmée à la dégustation avant l'analyse chimique)

Concentrations en N-hétérocycles (µg/L)				
		APY	ATHP	ETHP
Catégorie 1	11 vins	[1.0 – 7.7]	[0.1- 35.2]	[15.4-35.7]
Catégorie 2	35 vins	n.d.	[0.4-54.5]	[16.4-120.5]
Catégorie 3	1 vin	n.d.	4.1	n.d.
Catégorie 4	1 vin	n.d.	n.d.	41.7

Les catégories regroupent les vins selon la présence simultanée, ou pas, des trois molécules.

[- .] intervalle de concentrations du composé pour la catégorie de vin indiquée.

7. Kiyomichi, D., Franc, C., Moulis, P., Riquier, L., Ballestra, P., Marchand, S., Tempère, S., & de Revel, G. (2023). Investigation into mousy off-flavor in wine using gas chromatography-mass spectrometry with stir bar sorptive extraction. *Food Chemistry*, 411, 135454. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135454>

Les vins contenant de l'APY contiennent tous de l'ATHP et de l'ETHP. Ils représentent cependant moins d'un quart des vins analysés (11/48). La grande majorité des vins sourissés contiennent en effet un mélange d'ETHP et d'ATHP sans contenir d'APY (35/48). A noter que deux vins se distinguent par la présence unique d'ETHP ou d'ATHP.

L'usage de la **chromatographie liquide** couplé à deux masses en tandem (LC-MS/MS) est la piste suivie par d'autres laboratoires pour développer de nouvelles méthodes de dosage des composés du goût de souris dans les vins. Ces méthodes s'affranchissent des problèmes liés à la volatilité des composés. Ces derniers sont séparés en phase liquide dans la colonne capillaire. Aucun changement du pH du vin n'est effectué avant son analyse. Hayasaka et al. (2019)⁸ proposent une technique d'ionisation chimique des molécules à la sortie de la colonne, après leur séparation, de façon à optimiser leur détection sur le spectromètre de masse (ACPI-MS/MS). Jost et al. (2019)⁹ emploient une stratégie de dérivation des composés en amont de la chromatographie. Ces techniques ne ciblent qu'un seul composé à chaque fois, respectivement l'ATHP et l'APY. Après des travaux d'optimisation notamment sur l'ionisation, avec l'utilisation d'un électrospray, les chercheurs du laboratoire Excell sont parvenus à doser les 3 molécules en une seule analyse (LC-ESI-MS/MS). Ils obtiennent des performances analytiques satisfaisantes (seuil de détection, domaine de linéarité...) sur les gammes de concentrations pertinentes pour l'analyse des vins. Les premiers résultats obtenus sur une série de vin de Cabernet franc du Val de Loire issus de trois producteurs différents montrent une prédominance des molécules d'ATHP et d'ETHP (Tableau 3). Ces résultats vont dans le même sens que ceux obtenus par Kiyomichi et al. (2023) avec la SBSE-GC-MS. L'absence d'APY dans ces 4 vins conforte l'idée que cette molécule n'est retrouvée que dans une faible proportion de vins sourissés (moins d'un quart). Les concentrations en ETHP et ATHP observées pour ces 4 vins sont du même ordre que les valeurs moyennes observées par Kiyomichi et al. (2023). Elles sont toutefois beaucoup plus faibles que les concentrations maximales en ATHP obtenues pour quelques-uns des vins analysés par l'ISVV.

Tableau 3 : Résultats du dosage par LC-ESI-MSMS des composés du goût de souris dans 4 vins de Cabernet franc du Val de Loire

(Résultats Excell, source Sitevi Montpellier 2022)

	Concentrations en N-hétérocycles (µg/L)		
	APY	ATHP	ETHP
Vin 1	n.d.	4,0	22,6
Vin 2	n.d.	7,5	136,7
Vin 3	n.d.	1,1	46,5
Vin 4	n.d.	6,1	137,1

EN CONCLUSION

Il est désormais possible pour un professionnel du vin d'obtenir une analyse chimique quantitative des molécules du goût de souris pour confirmer la présence du défaut dans un vin. Il faut cependant préciser qu'il n'existe pas de méthode officielle validée pour doser ces composés. La méthode utilisée ainsi que le prix dépendront du laboratoire prestataire. Il est possible de s'adresser aux Laboratoires de l'ISVV (équipe Gilles de Revel à Villenave d'Ornon), Excell (à Floirac), Dubernet (à Narbonne) ou bien Nyseos (à Montpellier). Le volume de vin à prélever sera différent selon la méthode de dosage mais dans tous les cas, l'échantillon devra être inerté au mieux, conservé au frais et envoyé le plus rapidement possible. Un dénombrement des bactéries lactiques et des *Brettanomyces* est conseillé de la même façon qu'un dosage en acide D-lactique et phénols volatils. Ces éléments peuvent aider à formuler des hypothèses quant à l'origine de l'altération.



8. Hayasaka, Y. (2019). Quantitative analysis of mousy off-flavour compound 2-acetyl tetrahydropyridine in wine using liquid chromatography tandem mass spectrometry interfaced with atmospheric chemical ionisation. Journal of Chromatography A, 1588, 108-114. <https://doi.org/10.106/j.chroma.2018.12.047>

9. Jost T, Heymann T, Glomb MA. (2019) Efficient Analysis of 2-Acetyl-1-pyrroline in Foods Using a Novel Derivatization Strategy and LC-MS/MS. J Agric Food Chem., 67(10):3046-3054. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00220>

L'ANALYSE SENSORIELLE ET KIT DE FORMATION

Comme évoqué précédemment, le goût de souris n'est perceptible que par la voie retro-nasale, c'est-à-dire en fin de bouche après dégustation. L'absence de perception au nez, en ortho-nasal, s'explique par la nature des molécules responsables qui ne sont pas volatiles au pH du vin celui-ci étant trop acide. Le vin doit alors être mélangé à la salive ce qui conduit à remonter le pH à une valeur autour de 5 pour permettre aux molécules de devenir volatiles et ainsi perceptibles.

La détection par les dégustateurs est particulièrement difficile et variable :

- d'un dégustateur à l'autre, de fortes variations de perception peuvent être observées dues aux différences de pH buccal (salive et langue).
- pour chaque individu, au cours de la journée en fonction des repas ou du moment, des différences de pH buccal sont aussi à noter.

De plus les molécules ont des seuils de détection différents comme le montre le Tableau 4 :

Tableau 4 :
Seuils de perception
des molécules responsables
du goût de souris

Molécules	Seuils de perception dans l'eau ¹⁰	Concentration dans les vins sourissés ⁷
ETHP	140,5 µg/L	[n.d. – 120,5 µg/L]
ATHP	0,09 µg/L	[n.d. – 54,5 µg/L]
APY	0,06 µg/L	[n.d. – 7,7 µg/L]

La perception rétro-nasale entraînant des biais importants, plusieurs méthodes basées sur la voie ortho-nasale après modification du pH sont utilisées pour la détection du goût de souris.

La plus simple utilisée historiquement est la technique qui consiste à mettre du vin sur sa main (ou directement tremper le doigt dans le vin), c'est le « **Palm & Sniff** ». Au contact de la peau, le pH du vin augmente et donc la volatilité des molécules aussi. Il suffit ensuite de renifler afin de percevoir le goût de souris. Malgré la facilité de cette méthode, les variations de pH cutané entre individus sont importantes et donc les différences de perception aussi.

Une seconde méthode consiste à préparer **des bandelettes imbibées préalablement de soude** (à 0,1 M) puis séchées afin d'être ensuite trempées dans le vin. L'hydroxyde de sodium alcalise le vin et rend les molécules volatiles, la bandelette peut donc être sniffée pour une reconnaissance par voie ortho-nasale.

Une troisième méthode pouvant être utilisée est **l'oxydation du vin**, c'est-à-dire laisser une bouteille de vin ouverte durant 24h afin de révéler les molécules. Cette technique est assez aléatoire puisque le défaut est oscillant dans le temps et celui-ci peut être exacerbé comme atténué.

Ces techniques ont toutes leurs avantages et inconvénients mais les deux premières ainsi que la perception rétro-nasale, ne permettent pas de s'affranchir des différences inter-dégustateurs contrairement à la troisième liée à l'oxydation. Cependant celle-ci reste très incertaine et ne promet pas un résultat infallible. En outre, pour ces 4 méthodes, persistent encore des différences de perception olfactive liées aux seuils de perception individuel.

Afin de palier à ces variations de détection, des travaux ont été menés par Sophie Tempère¹⁰ de l'ISVV (Université de Bordeaux) en collaboration avec l'IFV, la SICAREX Beaujolais et Inter-Rhône afin de trouver une méthode de détection standardisée, fiable, répétable avec le meilleur consensus. Il s'agit de la **méthode par ajout de bicarbonate directement dans le vin pour un ajustement du pH à 5**. Au-delà (dans l'étude à pH = 7), la matrice vin est trop déformée modifiant complètement la perception et donc la rendant moins évidente par le panel. En ce qui concerne les seuils de perception des trois molécules, sans modification préalable du vin, ceux-ci sont très hétérogènes entre les dégustateurs et rend donc la perception biaisée. Par exemple, au pH du vin (autour de 3,2), pour 94 % du panel le seuil de détection de l'APY se trouve entre 15 et 300 µg/L. Alors qu'après ajustement du pH autour de 5, ce même seuil de détection baisse à une valeur comprise entre 0,3 et 30 µg/L. La perception est grandement améliorée ainsi que le consensus.

10. Tempère, S., Chatelet, B., de Revel, G., Dufour, M., Denat, M., Ramonet, P.-Y., ... Ballestra, P. (2019). Comparison between standardized sensory methods used to evaluate the mousy off-flavor in red wine. *OENO One*, 53(2). <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2019.53.2.2350>

Face à la méconnaissance de ce défaut et les difficultés pour l'identifier, l'unité IFV de Vertou (Pôle Val de Loire Centre), a élaboré en 2023 un kit pédagogique¹¹ (coffret « Les Sensorielles ») afin de sensibiliser et former tous les acteurs de la filière à la détection du goût de souris. Ce kit est constitué de :

- Trois vinottes de 5 cl contenant des vins sourissés : un chenin, un gamay et un assemblage cabernet franc/gamay.
- Un tube contenant de l'arôme de « pandan » : arôme alimentaire vert fluo utilisé en pâtisserie. Il s'agit d'une plante tropicale très utilisée en cuisine en Asie du Sud-Est. Son odeur et son goût ressemblent fortement au popcorn, l'un des descripteurs les plus fréquents du goût de souris.
- Un tube contenant quelques grammes de bicarbonate de soude. Comme vu précédemment, sont ajoutés au vin permet d'en augmenter le pH rendant volatiles les molécules responsables du goût de souris.
- Un tube contenant des bandelettes préalablement imbibées de soude à 0.1M puis séchées. Au contact du vin, elles permettent aussi une augmentation du pH et révèlent les molécules. Elles sont à tremper directement dans le vin puis à sniffer.

Figure 8 : Coffret IFV « les sensorielles »
Goût de souris

INFORMATIONS, TARIFS ET COMMANDES

CONTACTEZ L'IFV DE VERTOU (44)

Marie-Charlotte Colosio :
marie-charlotte.colosio@vignevin.com
Emy Heguiaphal :
emy.heguiaphal@vignevin.com



Le goût de souris est-il très répandu ?

Depuis 2017, de plus en plus de remontées terrain font écho au retour du goût de souris dans nos chais, en Bio comme en conventionnel. A titre d'exemple, l'IFV Val de Loire Centre a lancé un sondage dans **la région du Pays de la Loire en 2019 et 62 % des 174 vignerons répondants ont confirmé qu'ils avaient observé une déviation liée au goût de souris** sur l'un de leurs vins¹¹.

C'est également depuis 2017 que la question du goût de souris a été ajoutée à l'enquête nationale sur les pratiques œnologiques des vignerons Bio. Réalisée annuellement par l'ITAB (Institut Technique de l'Agriculture Biologique), cette enquête permet d'interroger les vignerons Bio de France sur leurs pratiques et l'utilisation des intrants.

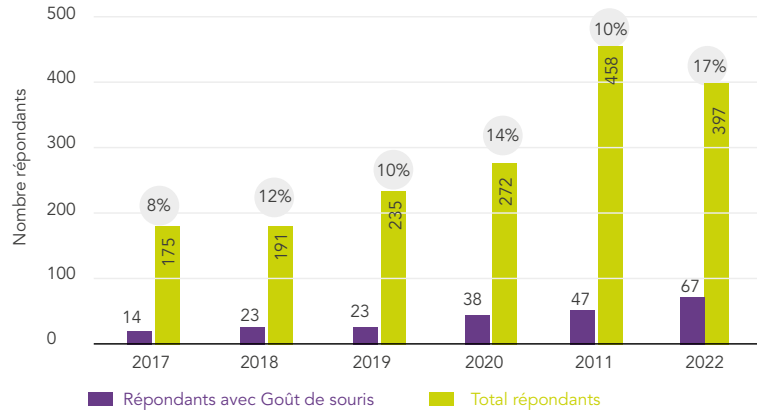
Retrouvez les résultats complets de l'enquête sur le site de Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine (www.vigneronsbionouvelleaquitaine.fr) ou en flashant ce QR CODE.



11. Projet régional 2020-2023 "Les goûts de souris dans les vins" (financement Région Pays de la Loire/InterLoire)

En 2022, sur les 397 répondants, 17 % déclarent avoir rencontré un problème de goût de souris sur l'une de leurs cuvées. L'historique depuis 2017 montre la présence de ce défaut à chaque millésime. Ces chiffres sont bien évidemment dépendants de l'appréciation des vignerons et sont issus d'une base déclarative.

Figure 9 :
Évolution de la présence du goût de souris par millésime

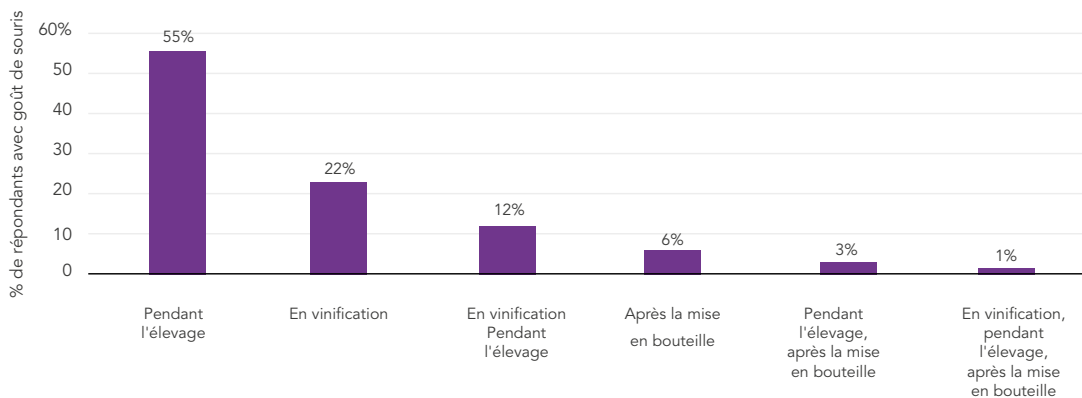


Source : Enquête sur les pratiques œnologiques des vignerons Bio français millésime 2022, ITAB

MOMENTS D'APPARITION

Dans 55 % des cas, c'est au moment de l'élevage que le défaut est détecté par le vigneron. 22% le perçoivent au moment de la vinification et 6 % après la mise en bouteille. **Pour les autres, le défaut semble apparaître, disparaître et réapparaître lors d'une autre étape**, ce qui est assez caractéristique du goût de souris : « on le sent, on ne le sent plus » : 12 % des vignerons l'ont perçu lors des vinifications, puis à nouveau pendant l'élevage.

Figure 10 : Moments d'apparition du goût de souris en 2022

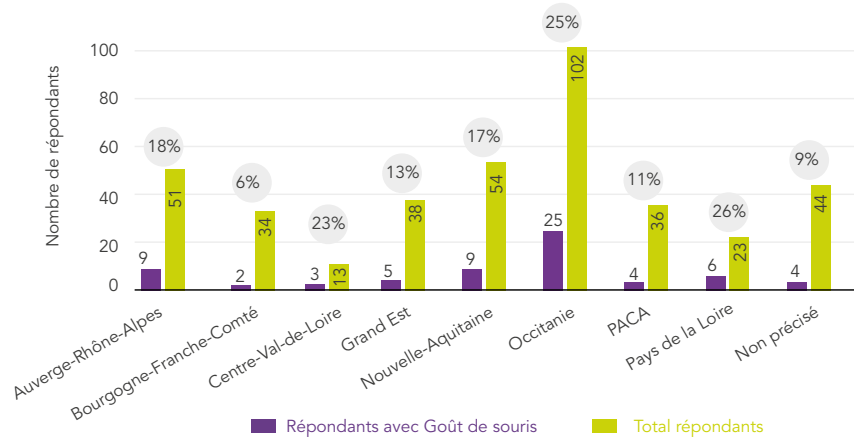


Source : Enquête sur les pratiques œnologiques des vignerons Bio français millésime 2022, ITAB

RÉPARTITION RÉGIONALE

En termes de répartition géographique, **on retrouve cette déviation dans chaque vignoble**. Les régions PACA, Grand Est et Bourgogne Franche Comté semblent être moins concernées par la problématique. Ces données sont toutefois à mettre en perspective avec la représentativité parfois faible de chaque région au sein de l'échantillon global.

Figure 11 :
Répartition régionale du goût de souris en 2022



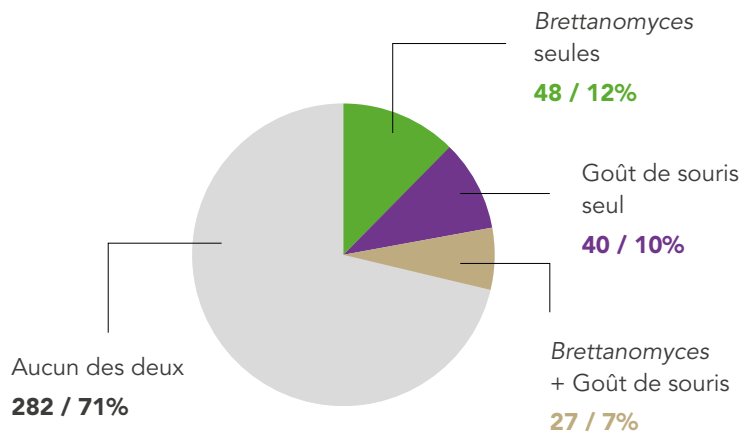
Source : Enquête sur les pratiques œnologiques des vignerons Bio français millésime 2022, ITAB

GOÛT DE SOURIS ET BRETTANOMYCES

En 2022, 19 % des répondants présentaient un problème de *Brettanomyces* sur un de leurs lots.

Il arrive que certains vignerons observent les deux déviations dans leur chai, ils sont néanmoins minoritaires et représentent 7 % de l'échantillon total.

Figure 12 :
Répartition des déviations en 2022



Source : Enquête sur les pratiques œnologiques des vignerons Bio français millésime 2022, ITAB

Il est difficile de conclure sur un potentiel lien de cause à effet car nous ne savons pas précisément l'implication des *Brettanomyces* dans le développement du goût de souris. **Toutefois, en 2022, quand un vigneron présentait du goût de souris dans l'une de ces cuvées, dans 40% des cas, il signalait également un problème de *Brettanomyces* dans son chai.**

VINS SANS SULFITES AJOUTÉS, ENVIRONNEMENT PROPICE AU RISQUE

S'il est difficile de faire un lien entre *Brettanomyces* et goût de souris il semblerait que cela soit plus aisé avec les vins sans sulfites ajoutés.

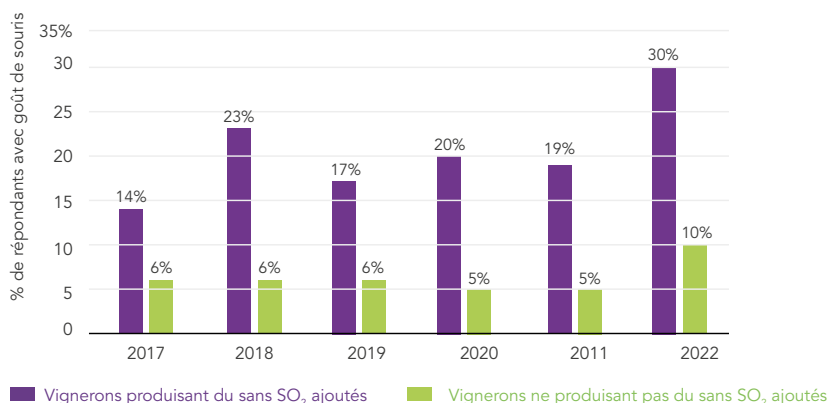
En 2022, 30 % des vigneron Bio réalisant une cuvée sans sulfites ajoutés¹² ont été confrontés au goût de souris, contre 10 % pour les vigneron utilisant des sulfites.

En prenant le problème dans l'autre sens, on obtient la même tendance : **quand un vigneron signale avoir des problèmes de goût de souris, il s'agit dans 60 % des cas d'un vigneron qui produit du vin sans sulfites ajoutés.**

On retrouve ce phénomène sur plusieurs millésimes. Le pourcentage de vigneron réalisant des cuvées sans sulfites ajoutés et qui déclare par ailleurs avoir rencontré un problème de goût de souris est systématiquement supérieur à la part concernée chez les vigneron ne produisant pas de sans sulfites.

Figure 13 :
Part de vigneron déclarant avoir rencontré un problème de goût de souris par millésime

Source : Enquête sur les pratiques œnologiques des vigneron Bio français millésimes 2017 à 2022, ITAB.



L'enquête ne permet pas de savoir si le défaut est apparu spécifiquement sur les cuvées sans sulfites ajoutés donc il est nécessaire d'être prudent vis-à-vis d'un potentiel lien de cause à effet. Néanmoins, il semblerait qu'un chai produisant des vins sans sulfites ajoutés soit plus à risque.

QUID DES FERMENTATIONS INDIGÈNES ?

Etant donné que l'origine du goût de souris est microbiologique, le recours aux fermentations indigènes peut être considéré comme une prise de risque supplémentaire. **En 2022, parmi les 225 vigneron déclarant avoir recours aux levures indigènes sur une de leurs cuvées¹³, 21 % d'entre eux ont rencontré une problématique de goût de souris¹⁴.** Dans 2/3 des cas, il s'agit de vigneron qui réalisent également une cuvée sans sulfites ajoutés.

L'IMPORTANT DE LA FORMATION À LA RECONNAISSANCE DU GOÛT DE SOURIS

Ces résultats permettent de montrer des tendances mais doivent être considérés avec précaution. Ils ne présentent en aucun cas un caractère exhaustif et sont entièrement basés sur une enquête déclarative, issus des observations souvent empiriques des vigneron répondants. Or pour identifier le goût de souris et avant même d'avoir une idée précise de sa présence dans les chais, il est nécessaire d'être formé à la reconnaissance du défaut. **Au sein de l'enquête réalisée en Val de Loire-Centre par l'IFV, sur les 174 répondants, 36 % déclarent ne pas savoir identifier le goût de souris et 81 % d'entre eux souhaitent être formés.** L'importance de la formation professionnelle est ici mise en exergue, notamment avec l'augmentation des cuvées sans SO₂.

Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine ainsi que ses partenaires peuvent accompagner les viticulteurs Bio sur ces questions, n'hésitez pas à nous contacter.

12. Données basées sur les répondants déclarant réaliser une ou des cuvées bouteilles sans sulfites ajoutés. Les producteurs de vrac sans sulfites, extrêmement minoritaires, n'ont pas été inclus.

13. Que ce soit en fermentation spontanée ou avec pied de cuve.

14. Contre seulement 12% des vigneron n'ayant pas recours aux levures indigènes.

Comment se prémunir du goût de souris ? Existe-il des solutions curatives ?

Malgré le caractère versatile du goût de souris, la disparition dans le vin de ce défaut est imprévisible et ne peut être assurée à 100% puisque les causes de la formation des molécules sont encore floues aujourd'hui. Différents tests curatifs ont été menés en recherche afin d'essayer de trouver des solutions curatives.

TESTS CURATIFS

Des tests curatifs ont été réalisés avec une cinquantaine de produits de toutes natures : tanins, charbon, produits de la levure, mannoprotéines, PVPP etc... Ils ont été effectués sur différents vins sourissés et ont été évalués par analyse sensorielle. **Les produits sélectionnés ont été mis en contact avec du vin présentant le défaut puis l'intensité a été évaluée par analyse sensorielle au cours du temps afin d'observer ou non une diminution de la perception du goût de souris.** Les vins sont notés sur une échelle discrète de 1 à 4 allant d'un vin non sourissé à très sourissé.

Le témoin non traité est noté par défaut 4 soit l'intensité la plus forte, puis les autres échantillons sont notés de 1 à 4 en fonction d'une perception plus ou moins élevée. Sur le graphique ci-après se trouvent les résultats sur un vin (Chenin du Val de Loire) au bout de deux jours de contact pour une trentaine de solutions correctives.

Figure 14 : Essais curatifs – sniffing après 2 jours de contact

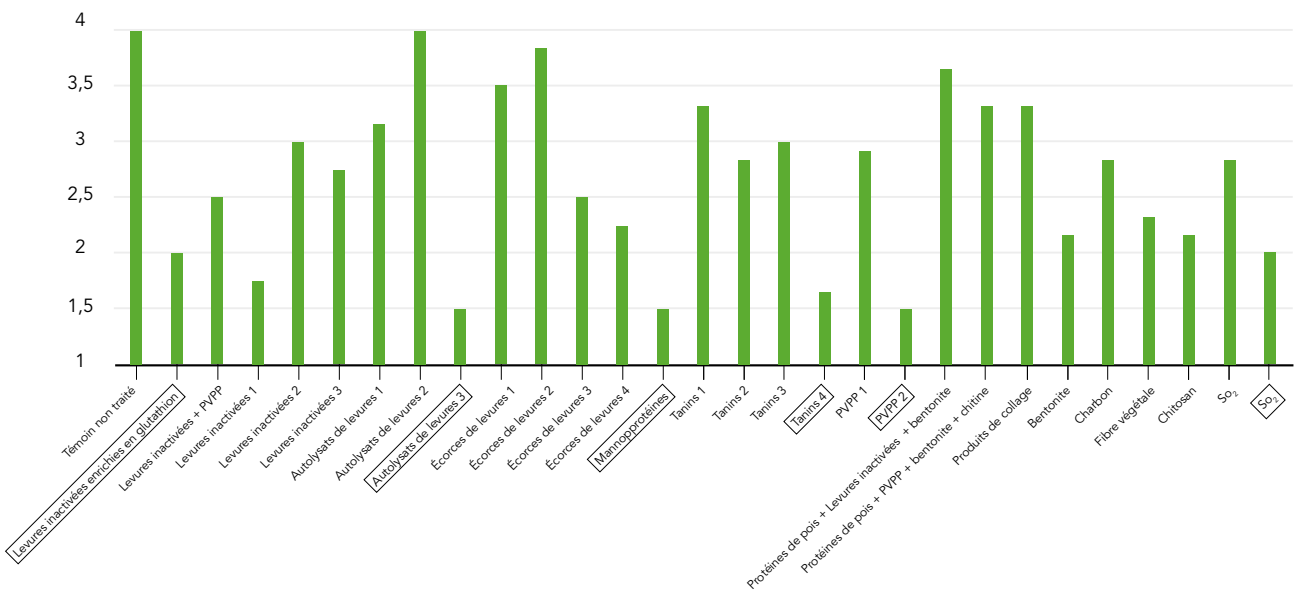
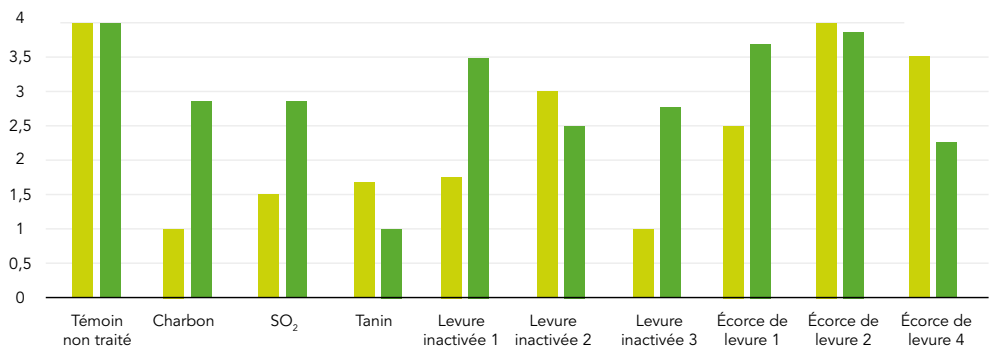


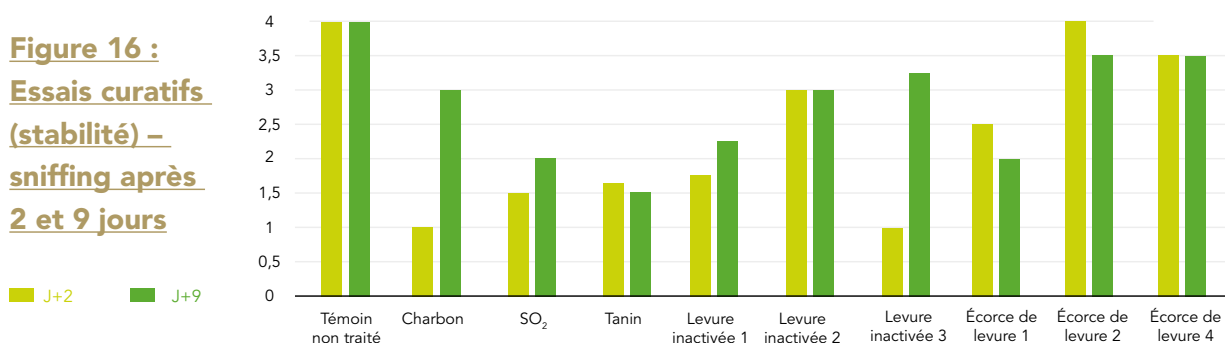
Figure 15 :
Essais curatifs
(répétabilité) –
sniffing après
2 jours
sur 2 essais

■ Manip 1 ■ Manip 2



En plus d'une **absence de répétabilité entre les deux essais**, les résultats observés ne sont pas toujours stables dans le temps en fonction de produits. Comme le montre la Figure 16, au bout de 9 jours, pour les modalités traitées au charbon ou avec les levures inactivées 3, la perception du goût de souris évolue au cours du temps et passe de l'absence de perception du défaut à deux jours à une perception moyenne à forte au bout de neuf jours. Le défaut est donc toujours présent et perceptible malgré une disparition temporaire au niveau sensoriel.

Figure 16 :
Essais curatifs
(stabilité) –
sniffing après
2 et 9 jours



Ces tests curatifs n'ont donc pas donné de résultats satisfaisants sur la perception du défaut. Malgré une baisse de la perception après l'ajout de certains intrants, celle-ci n'est ni répétable, ni stable dans le temps. L'utilisation de produits en curatif après apparition du défaut n'est donc pas une solution assurant un résultat certain. De plus, l'ajout de produits peut avoir des conséquences sur la qualité du vin comme sur la couleur après un traitement à la PVPP (interdit en Bio) ou sur l'équilibre organoleptique par l'apport de tanins.

Enfin dans les cas d'une diminution de la perception du goût de souris, nous ne sommes aujourd'hui pas en mesure d'affirmer si ces produits ont un effet **seulement de masquage du défaut ou s'ils permettent une disparition (ou combinaison) des molécules.**



PISTES PRÉVENTIVES

Agir en préventif est donc la meilleure option afin de se prémunir des risques de formation du défaut. Les pistes à ce jour s'appuient sur les facteurs favorables et inhibiteurs à la formation des molécules de goût de souris ainsi qu'une hygiène en cave à respecter :

- gestion de l'oxygène au cours de la vinification et l'élevage : un fort apport en oxygène favorise la perception du défaut. Des investigations nécessitent d'être poussées à ce niveau.
- gestion de la maturité de la vendange pour éviter des pH trop hauts et le développement de micro-organismes.
- gestion des fermentations afin d'éviter les blocages ou les fermentations languissantes.
- l'absence de sucres résiduels et d'acides aminés (azote) afin d'éviter le développement de micro-organismes pouvant provoquer l'altération et la formation des molécules via les précurseurs (acides aminés : lysine et ornithine).
- le suivi de la concentration en acétaldéhyde, co-facteur de la formation des molécules, semble être aussi une piste afin de limiter le métabolisme connu dans la formation des molécules responsables.
- l'utilisation de micro-organismes afin d'éviter la fermentation malolactique : par exemple *Lachancea thermotolerans* productrice d'acide L-lactique pouvant inhiber, à partir d'une certaine concentration, le développement des bactéries lactiques dont *Oenococcus oeni*.

Une bonne hygiène est aussi un paramètre important afin d'éviter le développement de flore microbienne pouvant générer des altérations.

EN RÉSUMÉ

Malgré certains résultats encourageants lors des tests curatifs, aucun traitement aujourd'hui n'est totalement efficace contre le goût de souris et notamment pour une disparition totale et stable dans le temps. La piste d'une solution curative n'est donc pas concluante.

Des pistes préventives existent afin d'éviter le risque d'altération au maximum.

Une bonne hygiène de cave et une bonne gestion de l'oxygène semblent les deux paramètres les plus importants à prendre en compte pour essayer de se prémunir du goût de souris.





Conclusion

En raison de changements de pratiques au chai et l'évolution des matrices vin, **le goût de souris est en recrudescence** depuis une dizaine d'années dans tous les vignobles de France et du monde. A titre d'exemple **en 2022, 17 % des répondants de l'enquête nationale sur les pratiques des vignerons Bio déclaraient avoir un problème de goût de souris sur une de leur cuvée.**

À ce jour, trois molécules ont été identifiées comme responsables : APY, ATHP et ETHP. **Le pH ayant une influence sur la volatilité de ces molécules**, le goût de souris n'est perceptible qu'**en voie rétro-nasale.**

La palette des descripteurs aromatiques qui le définit est large : **« cage de rongeurs mal entretenue », popcorn, charcuterie, riz basmati, vomit...** Afin de se former à la reconnaissance du goût de souris, l'IFV a développé **un kit permettant de s'entraîner.**

Les bactéries lactiques ***Oenococcus oeni*** et les levures d'altération ***Brettanomyces bruxellensis*** ont été majoritairement identifiées comme productrices des composés du goût de souris.

Certains **facteurs physico-chimiques** peuvent jouer sur sa présence dans le vin : le métabolisme des différentes souches de microorganismes en présence, la concentration en précurseurs des N-hétérocycles impliqués dans l'altération, la composition en polyphénols des vins et la concentration en acétaldéhyde (et donc en sulfites). En effet, l'enquête nationale sur les pratiques œnologiques des vignerons Bio montrent **que cette déviation se retrouve plus fréquemment sur les vins sans sulfites ajoutés.**

Bien qu'il n'existe pas de méthode officielle validée pour doser le goût de souris, **plusieurs possibilités sont proposées par les laboratoires.** Un professionnel peut désormais réaliser une analyse chimique quantitative des molécules du goût de souris pour confirmer la présence du défaut dans un vin.

Pour ce qui est **des solutions curatives, aucun traitement n'a donné de résultats efficaces et répétables à ce jour.** La prévention est donc de mise, surtout dans le cas de vin sans sulfites ajoutés ou de fermentations indigènes. **Une bonne hygiène de cave et une bonne gestion de l'oxygène** semblent les deux paramètres les plus importants à prendre en compte pour essayer de se prémunir du goût de souris.

Comité de rédaction : BALLESTRA Patricia (ISVV), HEGUIAPHAL Emy (IFV), HUBERT Anne (Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine).

Comité de relecture : BECQUET Stéphane (Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine, ITAB), CAYLA Laure (IFV), COLOSIO Marie-Charlotte (IFV), MARTINI Pierre (IFV), MAUPEU Julie (Microflora), MOULIS Pierre (ISVV), VINSONNEAU Emmanuel (IFV).

Nous adressons tous nos remerciements aux domaines, vignerons, chercheurs et autres professionnels de la filière ayant participé à ce travail en mettant à disposition leur matériel, leurs vins, leurs données, leurs compétences et leur temps !

Création graphique : atelierv1.fr, Libourne - novembre 2023

Crédits photos : Vignerons Bio Nouvelle Aquitaine - Frédéric Guy - Vignoble Boudon - unsplash.com - G.Dufau



VIGNERONS BIO
NOUVELLE AQUITAINE

Vignerons Bio Nouvelle-Aquitaine

38 Route de Goujon, 33570 Montagne
contact@vigneronsbionouvelleaquitaine.fr
05 57 51 39 60
www.vigneronsbionouvelleaquitaine.fr



Institut Français de la Vigne et du Vin

Vinopôle Bordeaux Aquitaine,
39 Rue Michel de Montaigne, 33290 Blanquefort
Château de la Frémoire, 44120 Vertou
05 56 16 14 20 | 02 40 80 39 52
www.vignevin.com | www.vinopole.com
emy.heguiaphal@vignevin.com
emmanuel.vinsonneau@vignevin.com -
www.vignevin.com / www.vinopole.com



ISVV
INSTITUT DES SCIENCES
DE LA VIGNE ET DU VIN
BORDEAUX AQUITAINE



UMR OENOLOGIE

Institut des Sciences de la Vigne et du Vin
210 Chemin de Leysotte, 33140 Villenave-d'Ornon
05 57 57 58 58 | patricia.ballestra@u-bordeaux.fr
www.isvv.u-bordeaux.fr

AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE :



*La Nouvelle-Aquitaine et l'Europe
agissent ensemble pour votre territoire*