



La Recherche en Œnologie

Caractérisation chimique du vieillissement aromatique défectueux
des vins blancs secs

Alexandre PONS

Laboratoire d'Œnologie Générale
Faculté d'Œnologie, UMR 1219
Université Victor Segalen, Bordeaux 2



PLAN

I. Introduction à la vinification des vins blancs secs

II. La recherche en œnologie

III. Le laboratoire d'œnologie générale: analyse des composés volatils du vin

IV. Caractérisation chimique du vieillissement aromatique défectueux des vins blanc secs

Définition officielle du vin

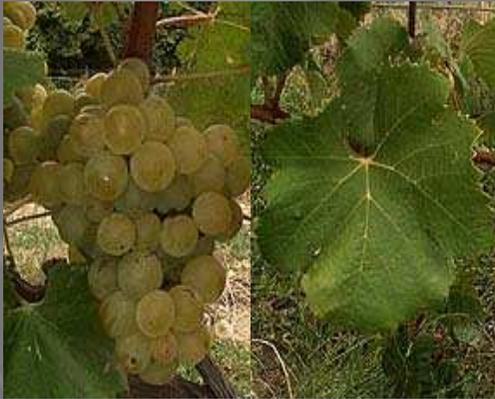
« Le vin est exclusivement la boisson résultant de la fermentation alcoolique complète ou partielle du raisin frais, foulé ou non, ou du moût de raisin. Son titre alcoométrique acquis ne peut être inférieur à 8,5 %. »

Définition de base du Code International des Pratiques Oenologiques

A dimly lit wine cellar with rows of wooden barrels on a tiled floor. The barrels are arranged in long rows, and the floor is made of square tiles. The lighting is soft and focused on the barrels, creating a sense of depth and atmosphere.

I. Principes de vinification en blanc

Principaux cépages blancs de la région de Bordeaux



Sémillon



Sauvignon



Muscadelle

1-Récolte



Vendanges manuelles

Vendanges à la machine

Préserver les
raisins ou le mout
de l'oxydation



- Gaz inerte (N_2 , CO_2)
- Dioxyde de soufre (SO_2)



2- Foulage, égrappage



Foulage traditionnel



Fouloir - égrappoir mécanique

Libération du jus par éclatement des baies suivi de l'élimination de la rafle

3- Pressurage - Débourbage

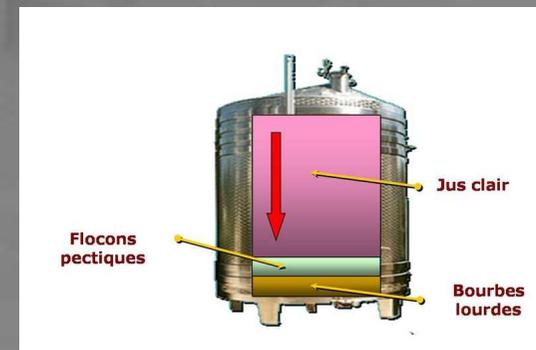


+ SO₂

Jus de Goutte

Jus de Presse
(Riche en composés phénoliques)

Clarification mout (Débourbage)



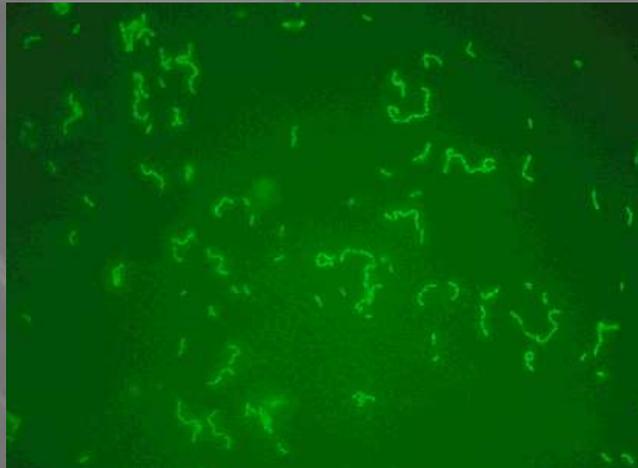
5- Fermentation malolactique



Acide malique



Acide lactique



Bactéries lactiques
Lactococcus lactis



SO₂

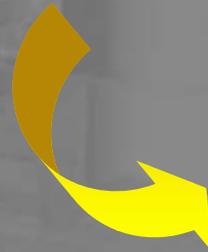


6- Elevage



But : stabiliser le vin
Enrichir en arômes

Durée: 8 – 12 mois



Embouteillage

Principes fondamentaux de l'élaboration des vins

- Récolte de raisins murs
- Vinification: extraire et révéler le potentiel qualitatif des raisins au cours de la fermentation
- Élevage: affiner et préserver le potentiel qualitatif et la typicité



Interprétation chimique et biochimique de phénomènes naturels et de gestes empiriques



II. La Recherche en Oenologie

Chronologie de la naissance d'une science oenologique

- Fin 18^e Chaptal, applique au vin les théories de Lavoisier, « Chaptalisation »
- Milieu du 19^e, travaux de Berthelot sur la chimie du vin
- Travaux de Pasteur sur la microbiologie **1866** « Etudes sur le vin »
- Début du 20^e siècle, intérêt pour le vin et ses transformations

Ulysse Gayon



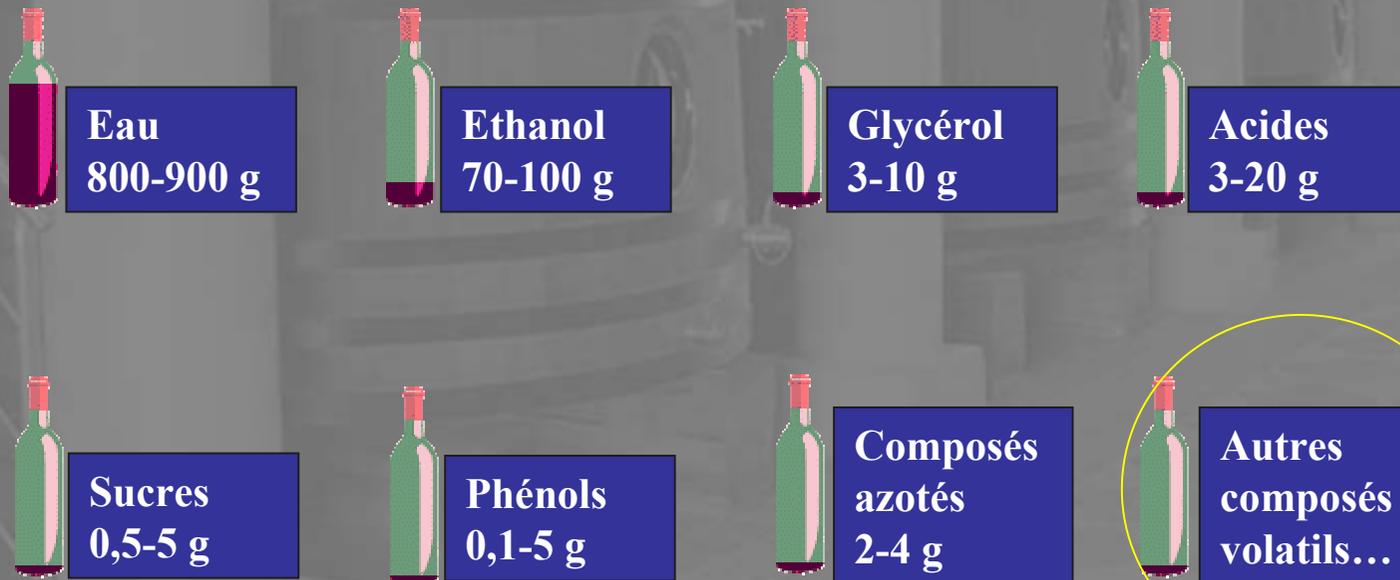
Jean Ribeyrau-Gayon

Emile Peynaud

Objectifs de la recherche oenologique

- Etude scientifique du raisin et du vin
- Améliorer la connaissance de la composition du raisin et du vin

Progrès des techniques d'analyses



Objectifs de la recherche oenologique

- Etude scientifique du raisin et du vin
- Améliorer la connaissance de la composition du raisin et du vin
- Expliquer pour mieux les orienter les phénomènes naturels intervenants au cours de la vinification et de l'élevage



Maîtrise des fermentations alcooliques et malolactiques

Si l'œnologie est une spécialité par son objet elle ne l'est point par ses méthodes

La faculté d'œnologie

7 laboratoires de recherche: du raisin au vin

Physiologie et biochimie végétale appliquées : étude du développement et de la maturation du raisin

Microbiologie (2 laboratoires) : enzymologie et génétique de la levure, microbiologie du vin, étude de la fermentation malolactique

Chimie (3 laboratoires) : études des polyphénols, des arômes du vin, des contaminants, composés formés au cours du vieillissement, de la réactivité de certains composés...

Génie des procédés : études de la stabilisation du vin, traitements des effluents viticoles...

A grayscale photograph of a laboratory hallway. The room features several large, cylindrical tanks or columns arranged in a row, supported by a tiled floor. The lighting is dim, creating a professional and scientific atmosphere. The text is overlaid in the center of the image.

III. Le Laboratoire d'Œnologie Générale

OBJECTIFS

- Identification de nouvelles molécules participant à la fraction odorante des vins



Collaborations avec industriels des arômes et parfums

- Identification des mécanismes de formation, au cours des diverses étapes d'élaboration du vin
- Applications oenologiques

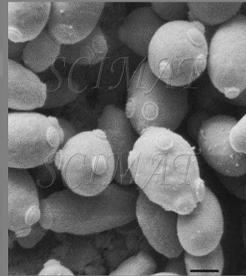
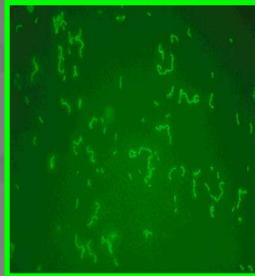
Les arômes du vin

Arôme primaire



Arôme variétal

Arôme secondaire



Arôme fermentaire

Arôme tertiaire



Arôme de vieillissement

Seuil de perception: concentration minimale, à partir de laquelle au cours d'un test triangulaire, 50 % des dégustateurs reconnaissent la présence d'une substance odorante.

Les arômes variétaux

Composés provenant du raisin, caractéristiques de la variété et de son expression selon les conditions pédoclimatiques

Sauvignon



Isobutyl methoxypyrazine

(Poivron vert)



Seuil de perception : 10 ng/l

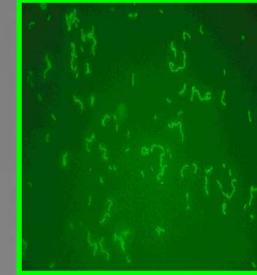
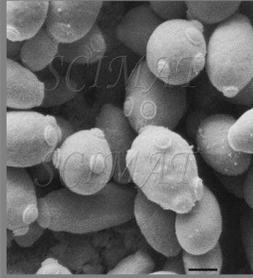
4-MMP

(Buis)



Seuil de perception: 0,8 ng/l

Les arômes fermentaires



Acétate d'isoamyle



Diacétyl



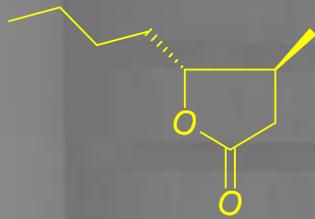
Phényléthanol

Méthionol

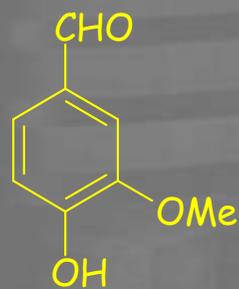


Les arômes de vieillissement

Issus du bois de chêne



Whiskylactone



Vanilline

Mécanismes chimiques



???

Sotolon



A dimly lit wine cellar with rows of wooden barrels on racks. The barrels are arranged in long, parallel rows, creating a sense of depth. The lighting is soft and focused on the barrels, with the background fading into shadow. The overall atmosphere is quiet and aged.

IV. Etude du vieillissement aromatique défectueux des vins blancs secs

Facteurs intrinsèques

Facteurs environnementaux

Vieillissement des vins

Bouquet de
réduction

Complexité

Typicité

Phénomènes oxydatifs

Vieillissement prématuré des vins

Perte de la typicité



Interprétation physico-chimique du vieillissement aromatique
défectueux

Caractéristiques des vins blancs secs prématurément vieillis

- ✓ Arômes de type oxydatif
- ✓ Caractère irréversible du phénomène
- ✓ Evolution de la teinte jaune (DO_{420})



Descripteurs olfactifs des vins blancs prématurément vieillis:
Cire, Miel

Identification des arômes caractéristiques du vieillissement prématuré des vins blancs secs

➤ Sélection des vins

⇒ Dégustation

➤ Extraction

⇒ Choix des solvants
(pentane, dichlorométhane, ether...)

⇒ Représentativité de l'extrait
organique

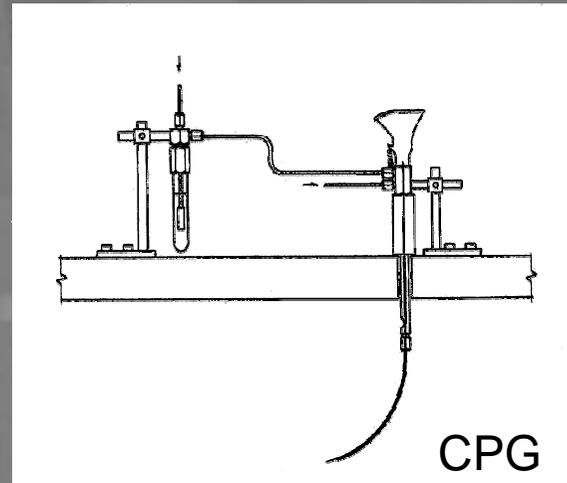


Chromatographie en phase gazeuse Couplée à l'Olfactométrie



➤ Détermination de ZO

⇒ Sniffing



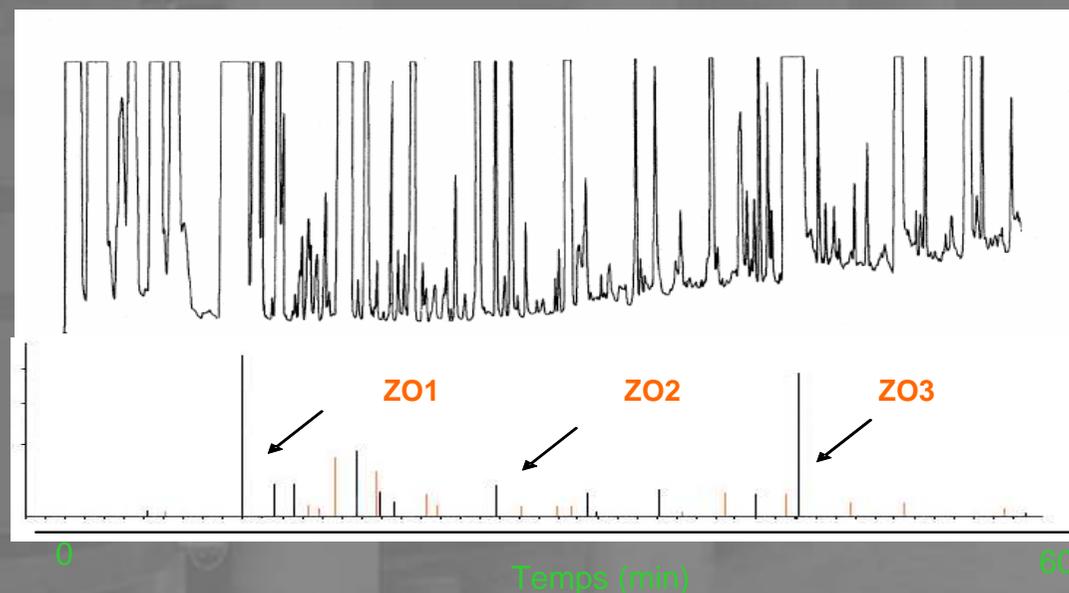
**Détection olfactométrique en
sortie de colonne en CPG**

➤ Couplage à différents détecteurs (FID, FPD, SM)

⇒ Recherche de pic chromatographique

Aromagramme d'un extrait organique de vin

Temps	Extrait de vin oxydé	
21,4	vinaigre	
21,8		
21,9	soupe, légume cuit	
24	papier	
24,6		
27,5	bouillon légume	
29	pieds sales	
29,35		
30,2	floral	
30,89	rance	
32,63	légume cuit	
32,8	Légumes cuits	} ZO 1
33	rance	
34	floral	
34,5	rance	
35,7		
36,4	Miel	} ZO 2
39,4		
40,14		
40,2	rose	
43	Miel, curry	} ZO 3
45,4		



Recherche de zones odorantes rappelant l'odeur du vin

Contraintes associées à la recherche de composés volatils dans les vins

- Milieu d'origine biologique complexe

~900 composés volatils → Résolution en GC ~ 200 pics

- Très large spectre de concentration des composés odorants

Facteur 10^8 (du ng/L à 100 mg/L)

- Présence d'éthanol limite le rendement de l'extraction par les solvants organiques

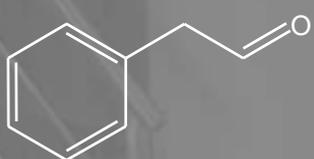
Solubilité des solvants organiques dans l'éthanol

Marqueurs aromatiques du vieillissement défectueux des vins blancs secs



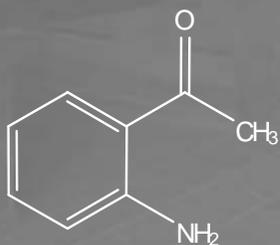
Méthional

Pomme de terre bouillie
0,5 µg/L



Phénylacétaldéhyde

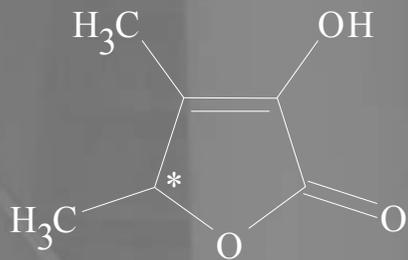
Rose fanée, miel
25 µg/L



o-aminoacétophénone

Naphtaline, encaustique
0,7 µg/L

Contribution du sotolon à l'arôme oxydatif des vins



(Curry, noix)

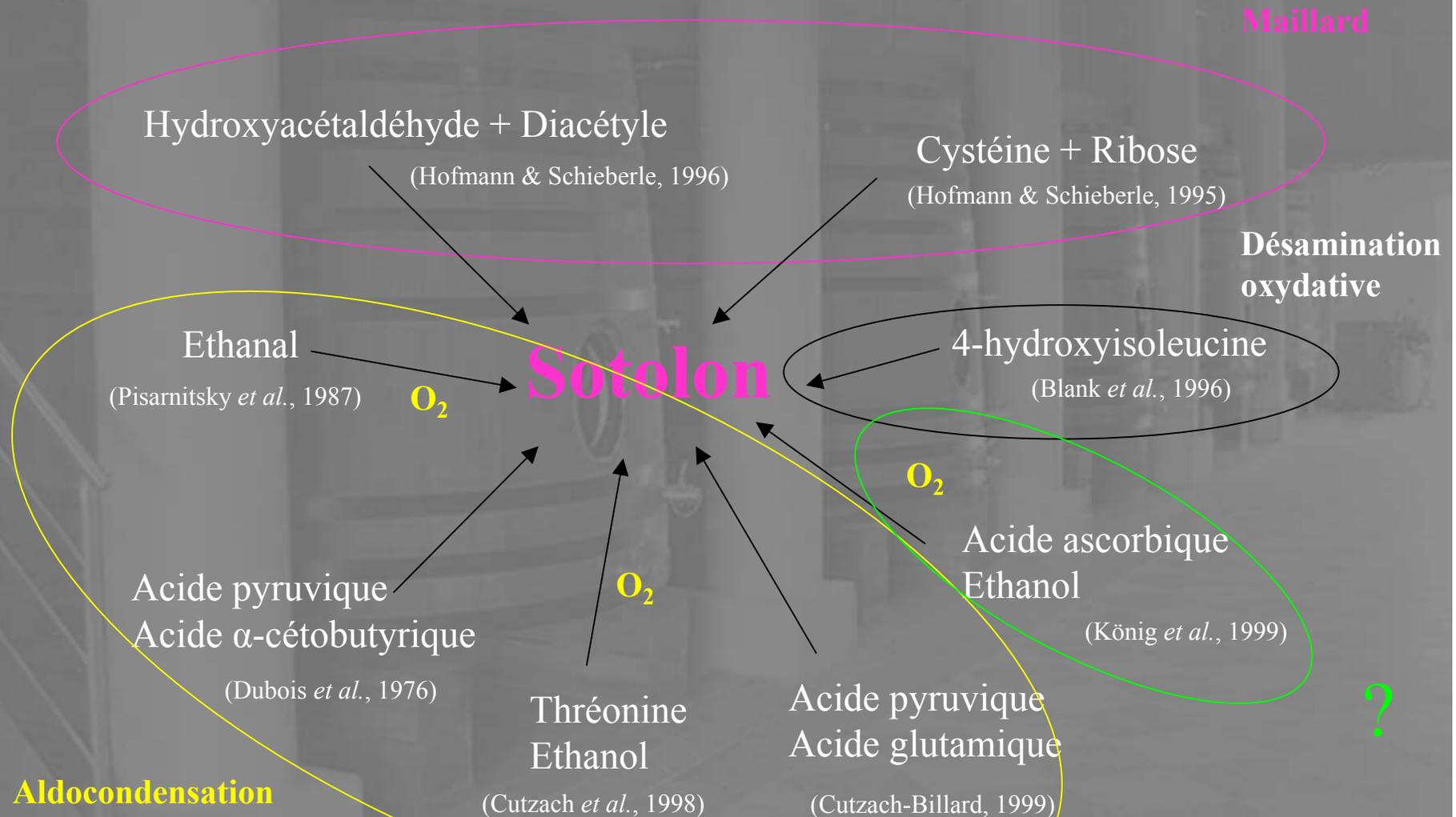
- vins jaunes du Jura et vins de Xérès, (Guichard *et al.*, 1993)
- arôme de figue et rancio des vins doux naturels, (Cutzach, 1999)
- arôme de noix des vieux Porto, (Ferreira, 2003)
- arôme de vieillissement défectueux des vins blancs secs (Lavigne, 2002)

Seuil de perception 7 µg/L



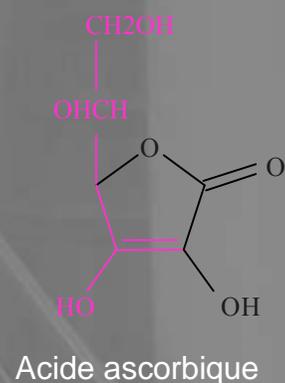
Origines et précurseurs du sotolon dans les vins blancs secs restent à déterminer

Précurseurs et voies de formation du sotolon dans les aliments et les boissons



Formation du sotolon à partir de l'acide ascorbique (König *et al.*, 1999)

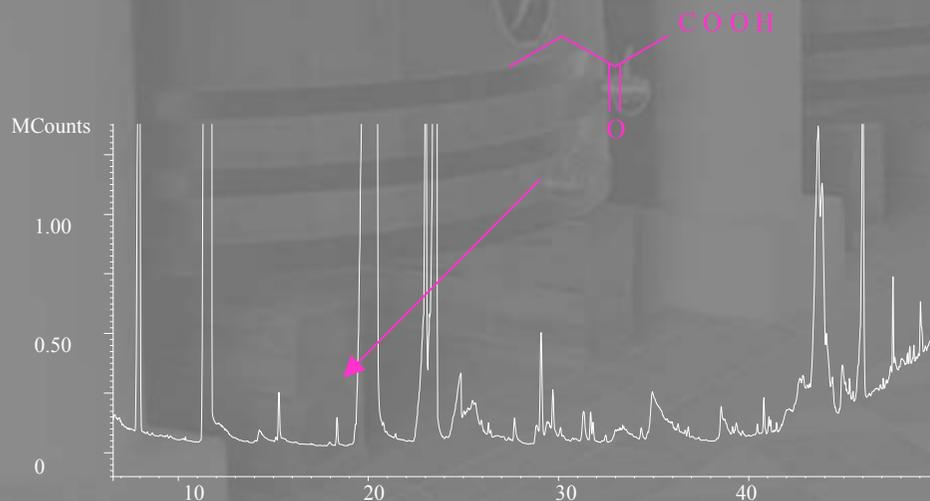
Utilisation de dérivés deutériés d'éthanol et d'acide ascorbique



+



Identification du fragment (CPG-SM)



A dimly lit wine cellar with rows of wooden barrels on racks. The scene is captured in a monochromatic, slightly desaturated style, emphasizing the texture of the wood and the perspective of the aisle.

Application oenologique

Rôle de l'acide ascorbique dans la prévention du vieillissement défectueux des vins

L'acide ascorbique

- L'acide ascorbique est un antioxydant précurseur du sotolon lors de la conservation des vins
- L'addition d'acide ascorbique dans les vins est autorisée (150 mg/L)

La nature de l'obturateur conditionne la pénétration d'oxygène dans la bouteille

(Lopez *et al.*, 2005)
(Brajkovich *et al.*, 2003)
(Godden *et al.*, 2001)



Oxygène

L'addition d'acide ascorbique peut elle accentuer le vieillissement prématuré des arômes des vins blancs secs ?

Protocole expérimental

Protocole Modalités supplémentées ou non en acide ascorbique (8 g/hL)

Synthétique / Liège naturel première catégorie

Les bouchons Choix de perméabilités à l'oxygène très différentes (LNE)



Synthétique

0,3 mL d'O₂/mois



Liège naturel première catégorie

< 0,03 mL d'O₂/mois

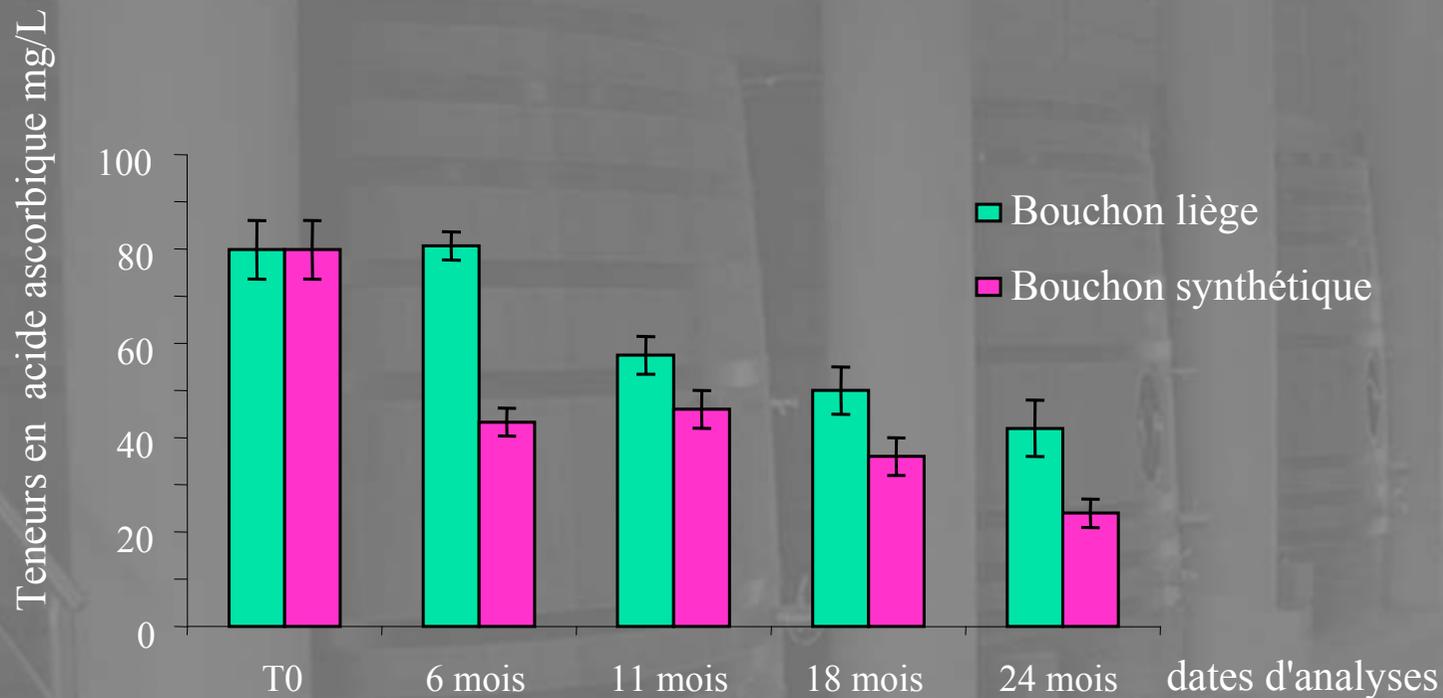
x 10

Paramètres étudiés

Acide ascorbique - Sotolon

Dosages effectués tous les 6 mois pendant 24 mois

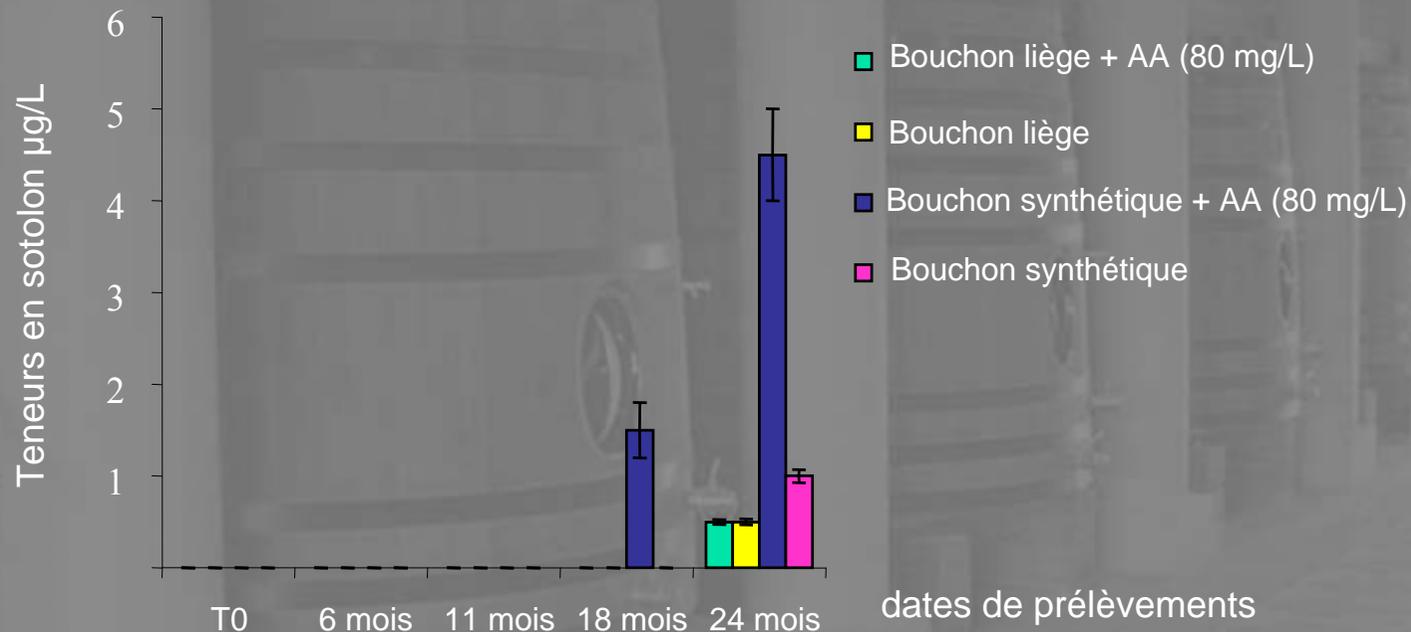
Evolution de la teneur en acide ascorbique des vins au cours de la conservation



La dégradation de l'acide ascorbique dans le vin est d'autant plus rapide que le système de bouchage est perméable à l'oxygène (synthétique)

Existence de réactions d'oxydation initiées par la présence d'oxygène moléculaire dans le vin

Evolution de la teneur en sotolon dans les vins en bouteille



- La présence d'acide ascorbique (8 g/hL) dans un vin blanc sec conservé en bouteille
- en présence d'oxygène accélère la formation du sotolon
 - en l'absence d'oxygène n'a aucune incidence sur la formation du sotolon

Analyse sensorielle

Résultats des tests de préférence menés sur les vins supplémentés ou non en acide ascorbique

Modalité	6 mois	12 mois	18 mois	24 mois
Synthétique	Ns	AA80*	AA80*	AA80*
Liège	Ns	Ns	Ns	AA80*

* $p < 0,05$; AA80 : vin + acide ascorbique 80 mg/L

Echantillons supplémentés en acide ascorbique préférés par les dégustateurs jugés « plus aromatiques » et « plus jeunes »

Pour de faibles perméabilités à l'oxygène, l'absence d'acide ascorbique n'affecte pas l'évolution du vin dans les premières années de sa conservation

CONCLUSION

L'utilisation de l'acide ascorbique est une pratique largement répandue pour protéger les vins blancs secs de l'oxydation lors de la mise en bouteille.

- Quand la perméabilité à l'oxygène de l'obturateur est anormalement importante la présence d'acide ascorbique favorise la formation de sotolon
- Le choix de l'obturateur joue un rôle déterminant sur l'évolution aromatique des vins blancs secs

En conditions d'obturation normale la présence d'acide ascorbique prévient la dépréciation de l'arôme des vins

L'Oenologie et la physique nucléaire une rencontre improbable...

- Stérilisation du vin par rayonnements ionisants, ^{60}Co (OMS, 1974)
- Technique non destructive de datation des vins, spectrométrie gamma ultra bas bruit de fond (^{137}Cs)

Collaboration DGCCRF-CENBG, (Hubert, P.; 2003)



Merci de votre attention