

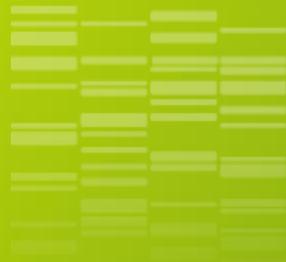


# Unité Expérimentale de Pech Rouge

<http://www1.montpellier.inra.fr/pechrouge>

Jean-Michel SALMON





# La gestion des arômes dans les vins

# Les grandes classes d'arômes du vin

**Composés dits « variétaux » :**      **« *reliés à la variété de raisin* »**

- à l'état **libre** (odoriférants)
- à l'état de **précurseurs non odoriférants** (donc révélés par la suite)

**Composés relevant de l'action de micro-organismes :**

**« *d'origine fermentaire* »**

- Levures
- Bactéries lactiques

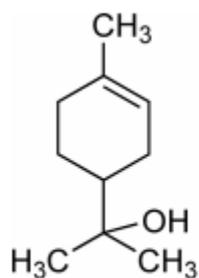
**Composés liés au vieillissement vin :**      **« *de vieillissement* »**

- **Choix de la variété / extraction**
- **Micro-organisme / maîtrise des fermentations**
- **Maîtrise vieillissement /oxydation**

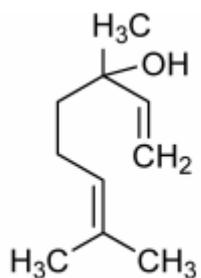
## Composés dits « variétaux » : « *reliés à la variété de raisin* »

- à l'état **libre** (odoriférants):

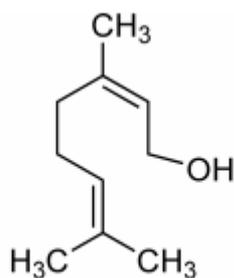
- mono-terpènes du *Muscat, Gewürztraminer*



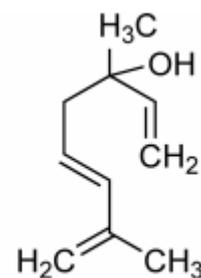
(1)



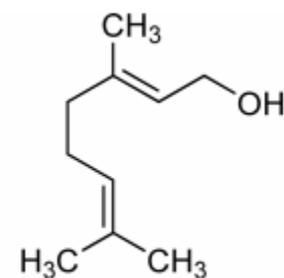
(2)



(3)



(4)



(5)

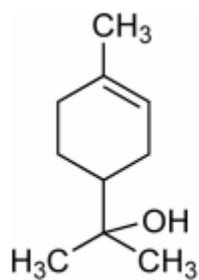
(1 =  $\alpha$ -terpineol, 2 = linalool, 3 = nerol, 4 = hotrienol, 5 = geraniol)



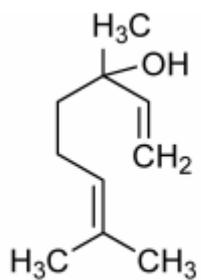
## Composés dits « variétaux » : « *reliés à la variété de raisin* »

- à l'état **libre** :

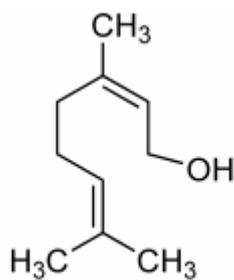
- mono-terpènes du *Muscat, Gewürztraminer*



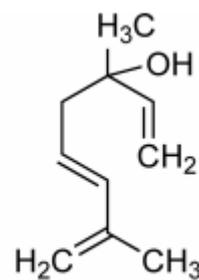
(1)



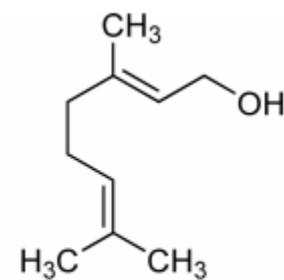
(2)



(3)



(4)



(5)

(1 =  $\alpha$ -terpineol, 2 = linalool, 3 = nerol, 4 = hotrienol, 5 = geraniol)



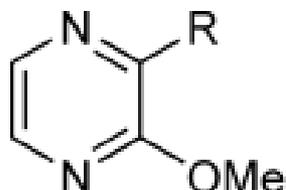
*Localisés dans les fractions insolubles du jus...*

- **Macérations jus/solides (peaux)**
- **Enzymes hydrolyse parois végétales**

## Composés dits « variétaux » : « *reliés à la variété de raisin* »

- à l'état **libre** :

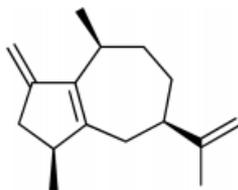
- Métoxypyrazines du *Cabernet-Sauvignon, Cabernet, Merlot*



R = *i*-butyl, sec-butyl, *i*-propyl



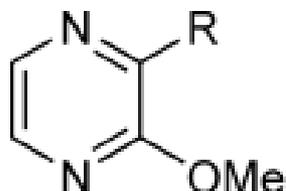
+ Rotundone (*Syrah*)



## Composés dits « variétaux » : « *reliés à la variété de raisin* »

- à l'état **libre** :

- Métoxypyrazines du *Cabernet-Sauvignon, Cabernet, Merlot, etc*



R = *i*-butyl, *sec*-butyl, *i*-propyl



*Localisés dans les feuilles  
et les grains non murs...*

- Enlever les feuilles et grains non matures
- Favoriser la sur-maturité des baies
- Thermo-traitement (sensibilité à la chaleur)

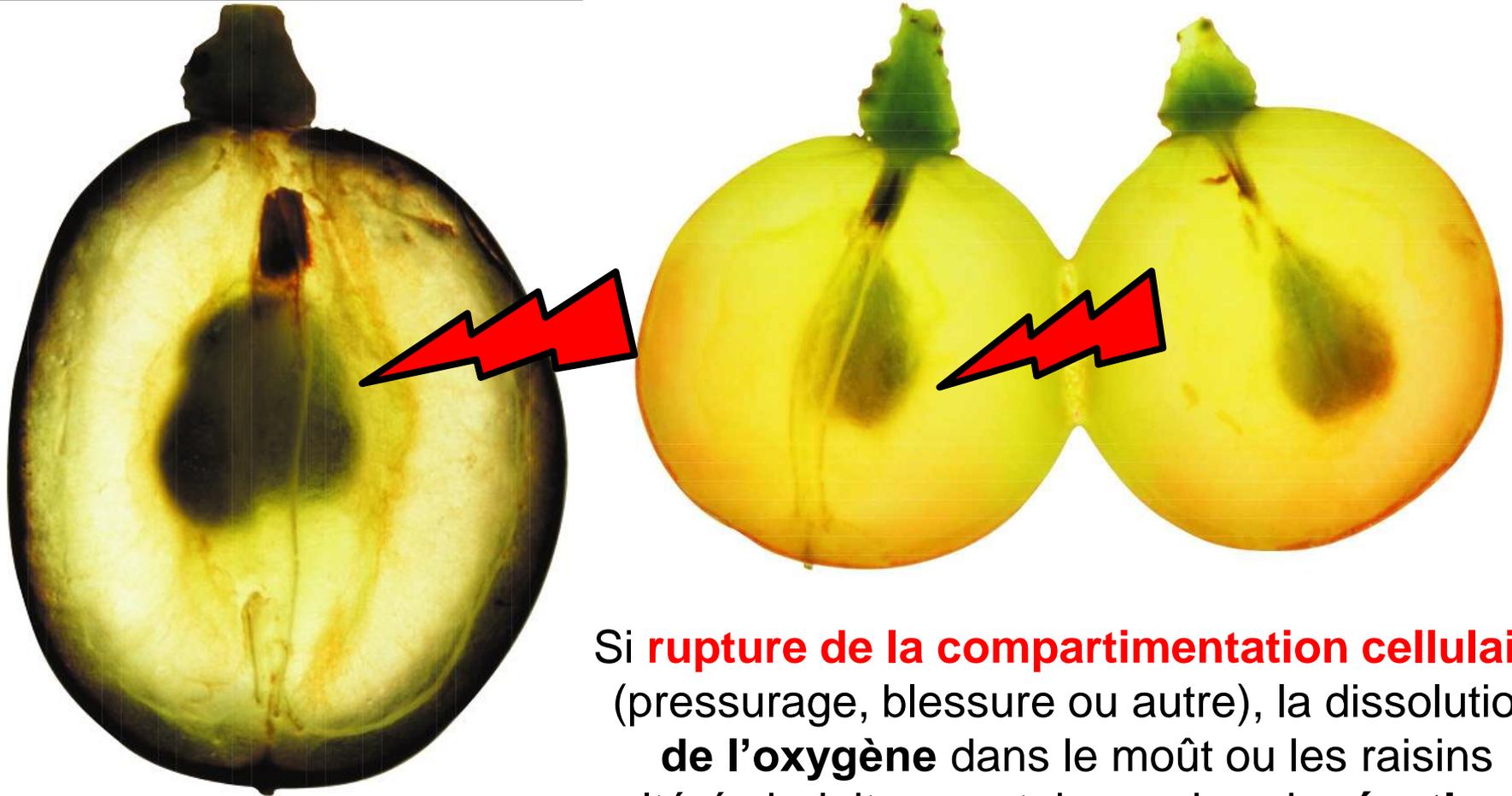
## Les grandes classes d'arômes du vin

Composés dits « variétaux » : « *reliés à la variété de raisin* »

- à l'état de précurseurs non odoriférants (révélsés par la suite) :
  - Composés en C6
  - Phénols volatils
  - Furanéol
  - Diméthylsulfure
  - Aglycones issues de glyco-conjugués
  - **Thiols variétaux**

## Composés en C6

---



Si **rupture de la compartimentation cellulaire** (pressurage, blessure ou autre), la dissolution **de l'oxygène** dans le moût ou les raisins altérés induit un certain nombre de **réactions d'oxydation** qui modifient, à des degrés divers, la **composition chimique initiale du moût...**

Composés en C6



*Co-substrat*

**POLYPHENOLOXYDASE (tyrosinase)**

**PPO**

**Substrats: Acide caftarique (& ac. coutarique)**

**LIPOXYGENASE**

**LPO**

**Substrats: Acide gras insaturés**



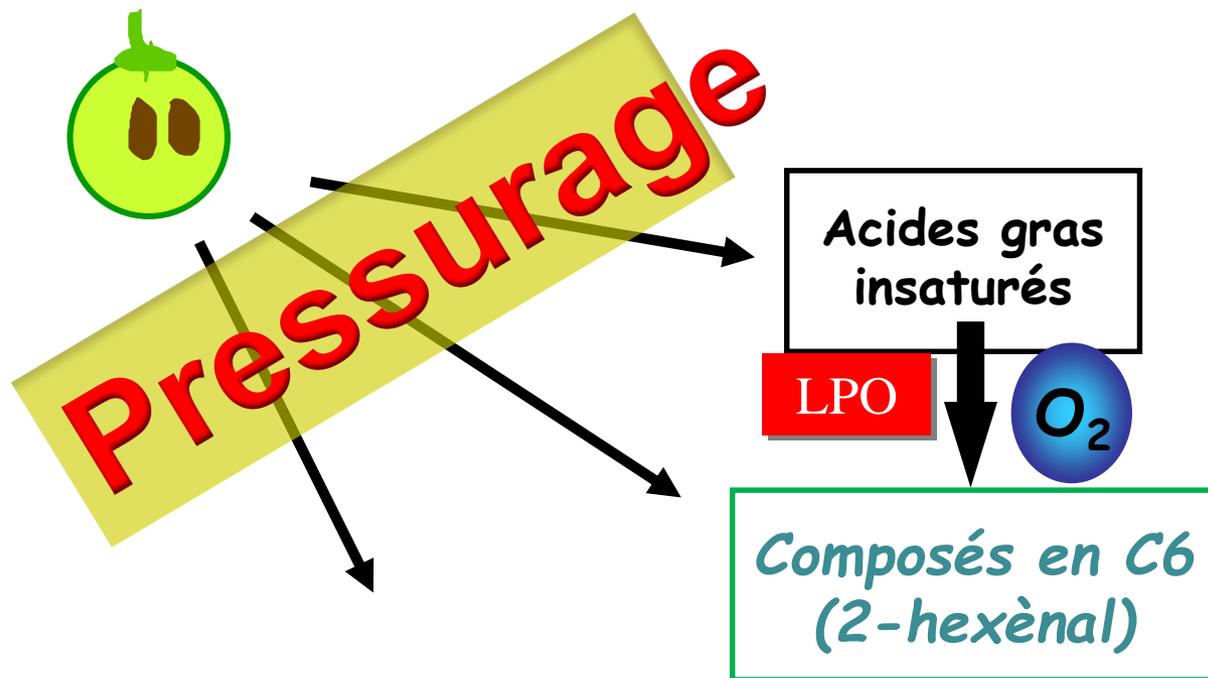
*Composés en C6  
(2-hexèneal)*

Catalyse  
enzymatique

**Réaction initiale rapide**

# Composés en C6

## Action de la lipoxygénase du raisin

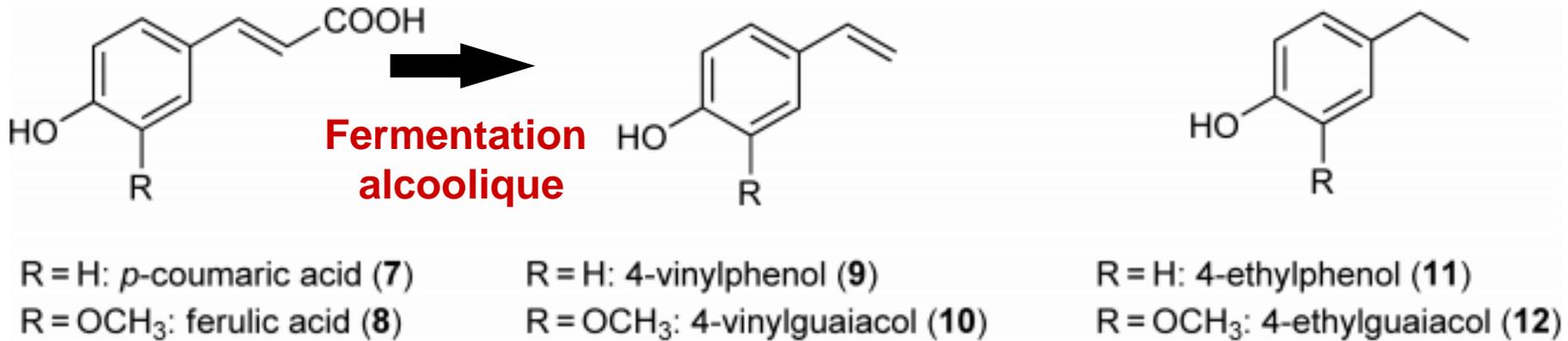


Fermentation  
alcoolique

hexèinol

- Enlever les feuilles
- Limiter trituration
- Inertage

# Phénols volatils



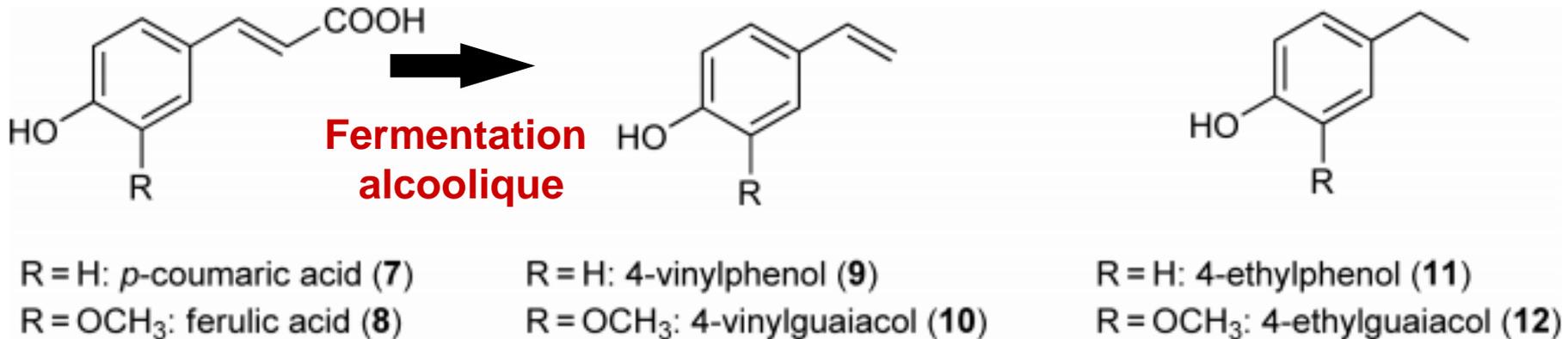
Acides hydroxycinnamiques  
du raisin



Phénols volatils



# Phénols volatils



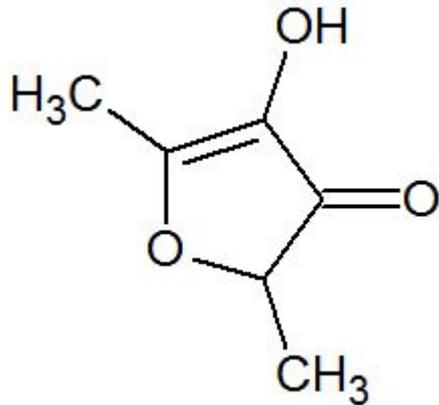
Acides hydroxycinnamiques  
du raisin

Phénols volatils

- Dérivés Vinyl sur blancs et rosés (inhibition par tanins)
- Hygiène de la cave et matériaux (*Brettanomyces*)
- Maîtrise fermentaire (Contre flores spontanées)

# Furanéol et Homofuranéol

*Cabernet-Sauvignon, Merlot, Syrah, Grenache (rosé).*



- **Caractéristique des variétés hybrides...**
- **Dégradation des sucres par la température**
- **Voie de formation non connue chez les autres  
(rupture de composé glycosidique) ?**
- **Fort exhausteur des arômes fruités**

# Diméthylsulfure (DMS)

*Syrah*



S-Methyl Methionine (SMM)

Acide aminé du raisin

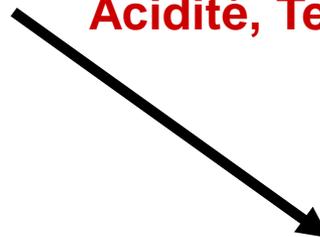
**Réaction lente**



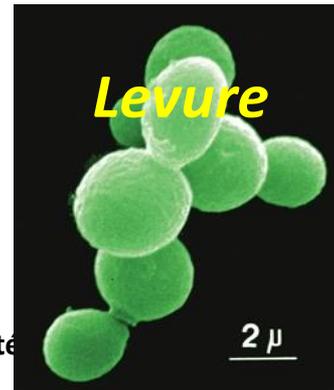
DiMéthylSulfure

(DMS)

**Acidité, Température**



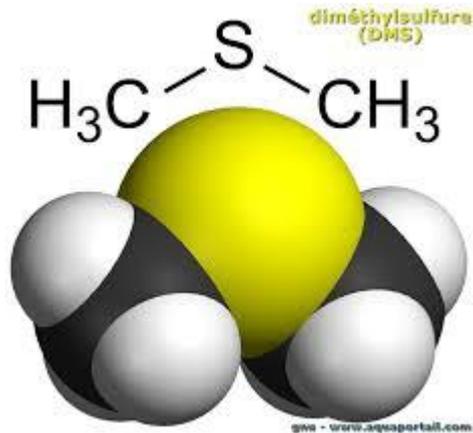
**Levure**



2 μ

# Diméthylsulfure

## Syrah

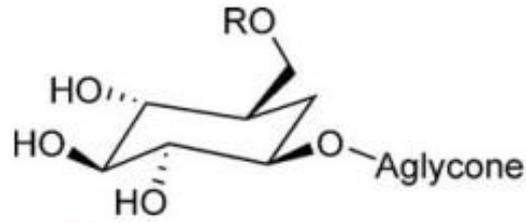


- **Marqueur favorable des vins vieux de Syrah.**
- **Management / choix des levures.**
- **Nutrition azotée des levures !**

# Aglycones issues de glyco-conjugués

Précurseurs aromatiques glycosidiques du raisin :

*toutes variétés en proportions variables*



Aglycone-OH = {  
Monoterpenols, alcools  
fusel alcohol, C<sub>6</sub>-alcools  
volatil phenols  
C<sub>13</sub>-norisoprenoids

R = {  
H (13a)  
 $\alpha$ -L-Rhamnosyl (13b)  
 $\alpha$ -L-Arabinofuranosyl (13c)  
 $\beta$ -D-Apiosyl (13d)

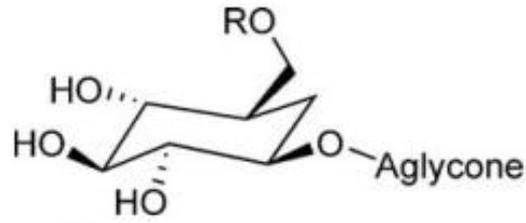
Hydrolyse par : - catalyse acide (naturelle)  
- levures non-*Saccharomyces*



# Aglycones issues de glyco-conjugués

Précurseurs aromatiques glycosidiques du raisin :

*toutes variétés en proportions variables*



Hydrolyse par : - catalyse acide (naturelle)  
- levures non-*Saccharomyces*

Linalol, rose oxide, 1,8-cineol, wine lactone, eugenol, guaiacol, zingerone, methyl salicylate, L-damascenone, 1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene (TDN), et (E)-1-(2,3,6-trimethylphenyl)buta-1,3-diene (TPB)

- Contamination levurienne
- Choix de levures non-*Saccharomyces*
- Enzymes hydrolytiques (champignons)

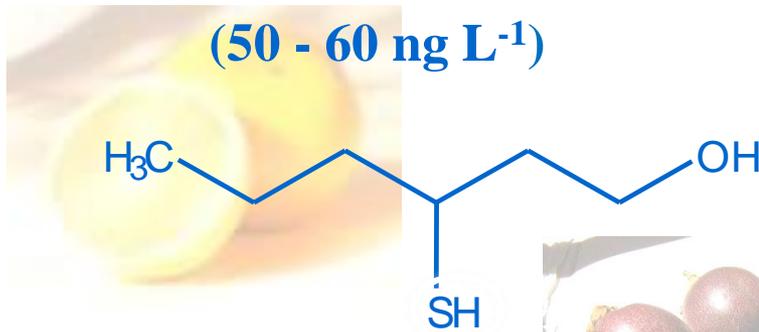
# Thiols aromatiques variétaux

Sauvignon, Melon B., Colombard, Gros Manseng, etc.

**3MH**

(3-mercaptopentan-1-ol)

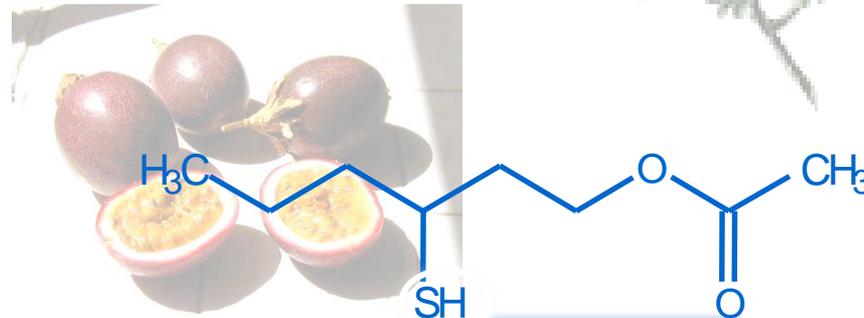
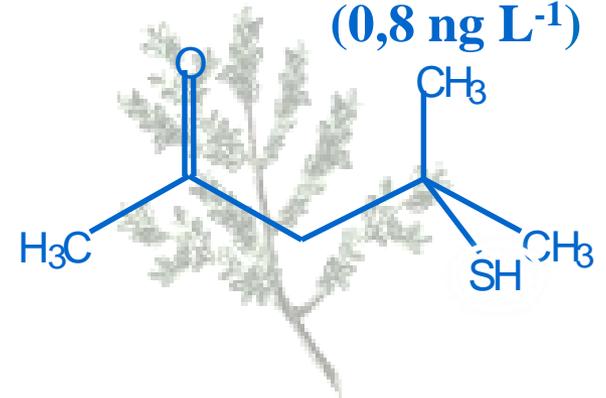
(50 - 60 ng L<sup>-1</sup>)



**4MMP**

(4-mercapto-4-methylpentan-2-one)

(0,8 ng L<sup>-1</sup>)



**3MHA**

(3-mercaptopentyl acetate)

(2,5 - 9 ng L<sup>-1</sup>)

⇒ Libérés à partir de précurseurs  
non aromatiques initialement  
présents dans le raisin

# Thiols aromatiques variétaux

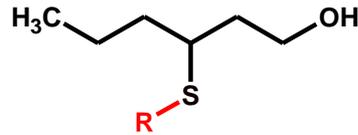
M  
O  
Û  
T

Précurseurs  
non  
aromatiques

Précurseurs  
cystéinylés

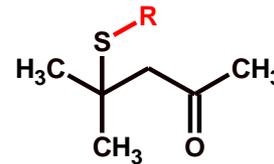
Précurseurs  
glutathionylés

Hexénal  
et oxyde de métyl

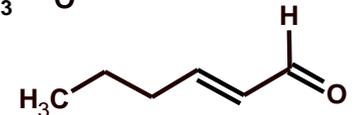
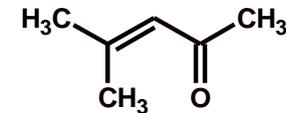


R = cystéine  
ou glutathion

Cys3MH  
G3MH



Cys4MMP  
G4MMP

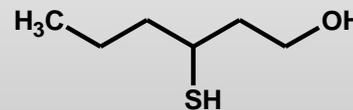


~~Entrée des  
précurseurs~~

DAP (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

V  
I  
N

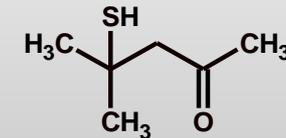
Thiols variétaux



3MHA

ATF1

3MH



4MMP

# Thiols aromatiques variétaux

Influence de la souche (susceptibilité à l'azote) :

## Production d'arômes

	rang 3MH	écart-type	rang 3MHA	écart type	rang 4MMP	écart type
VIN 13	2,4	1,3	2,4	1,1	<b>1,0</b>	0,00
VIN 7	1,8	0,8	2,4	1,3	3,0	1,00
CC Sauvignon	3,0	1,0	3,2	0,8	2,7	1,15
ICV Opale	2,8	1,3	2,0	1,2	3,3	0,55

Non reproductibilité du classement entre millésimes :

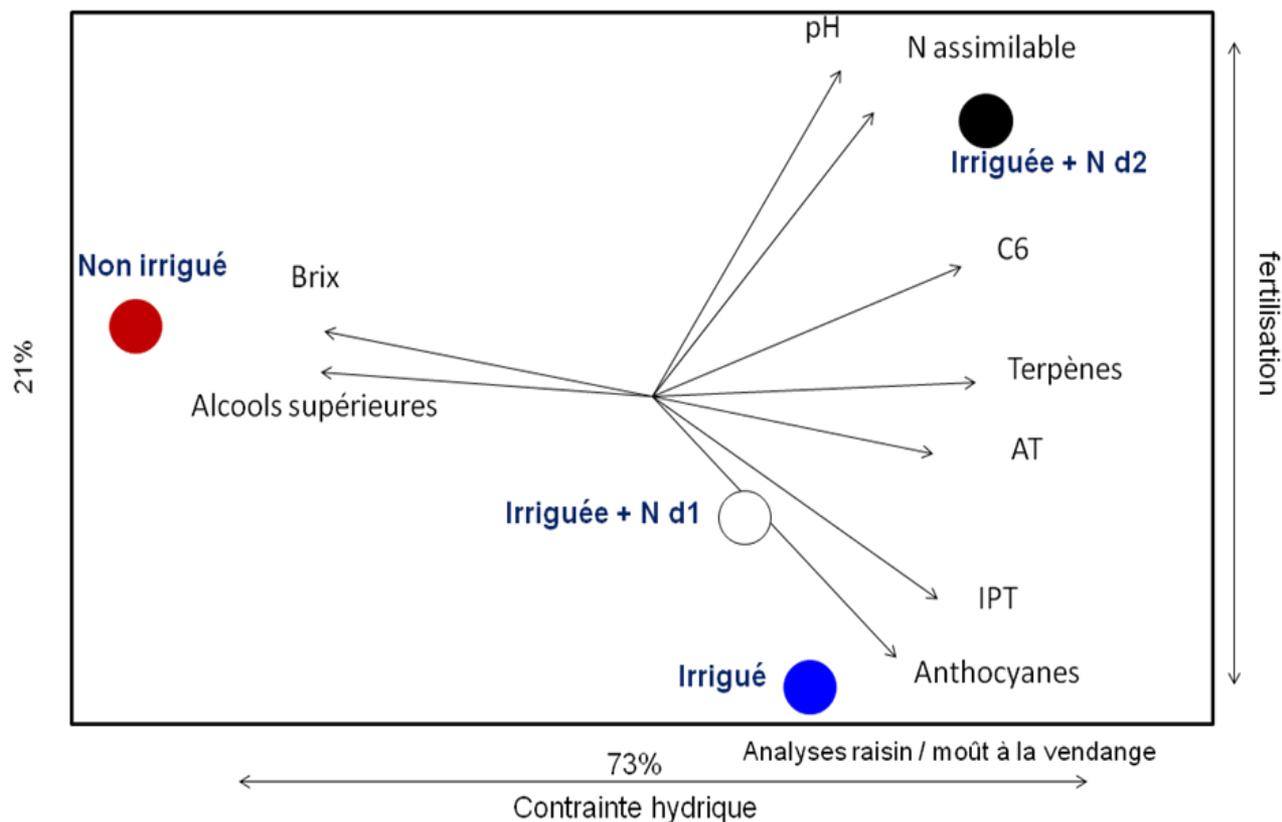
	rang 2008	rang 2009
ICV Opale	6/12	3/4
VIN 13	8/12	1/4
CC Sauvignon	6/12	3/4

*Groupe National Sauvignon 2010*

**La matrice du moût prime sur la souche de levure utilisée ...**

# Thiols aromatiques variétaux

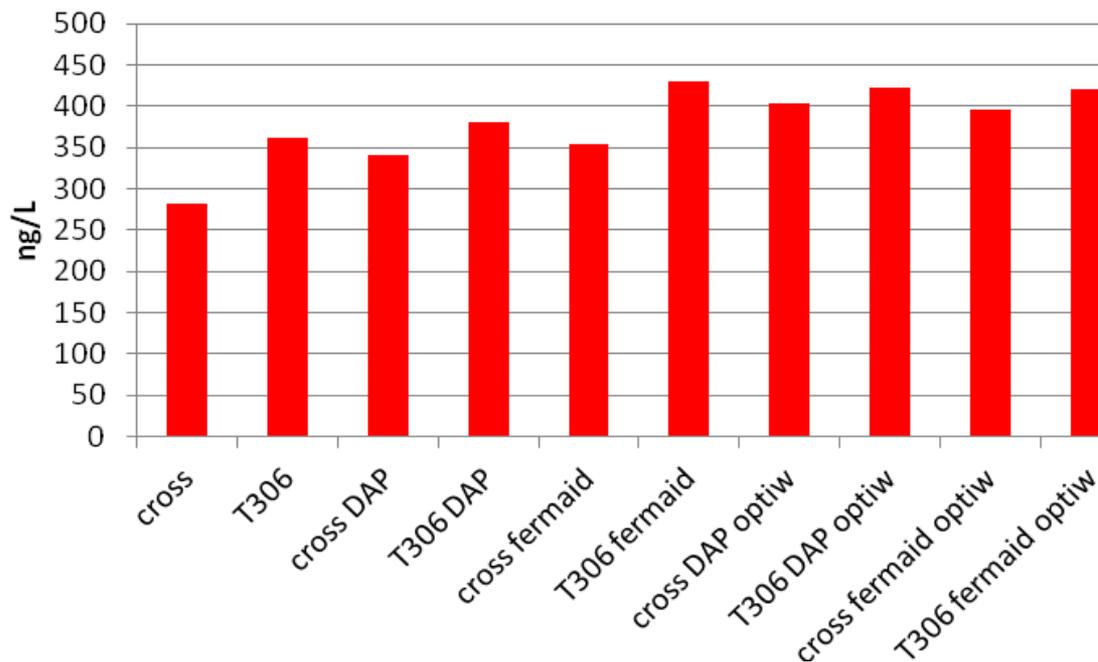
Effet de la fertirrigation azotée à la vigne :



UMT Qualinnov2, INRA-IFV, 2013

# Thiols aromatiques variétaux

Effet d'ajouts de nutriments azotés de diverses natures :



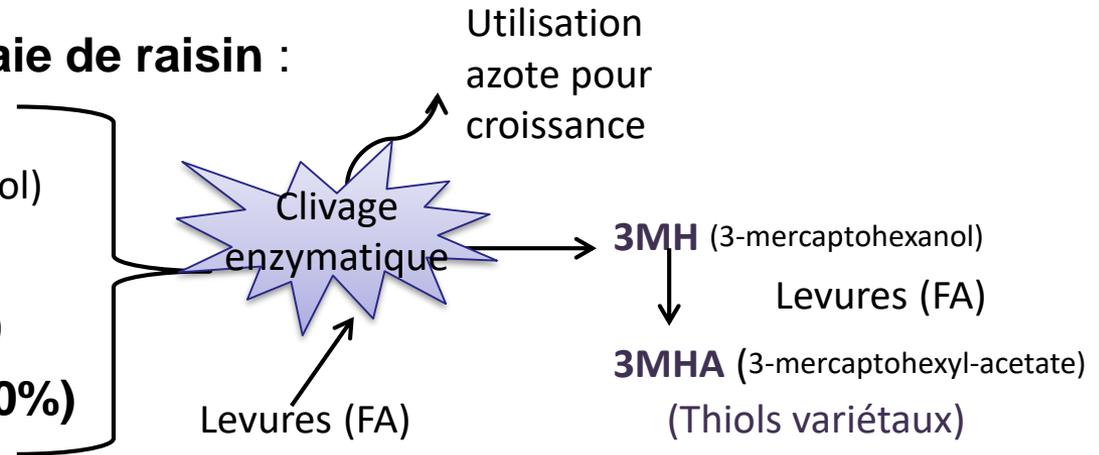
**Teneurs en 3-mercaptophexanol (3MH) de vins de Mourvèdre**

*UMT Qualinnov2, INRA-IFV, 2013*

# Thiols aromatiques variétaux

- Précurseurs d'arôme dans la baie de raisin :

- **G-3MH**  
(Glutathion-3- mercaptohexanol)
- **C-3MH**  
(Cystéine-3-mercaptohexanol)
- **Autres non connus (env.80%)**



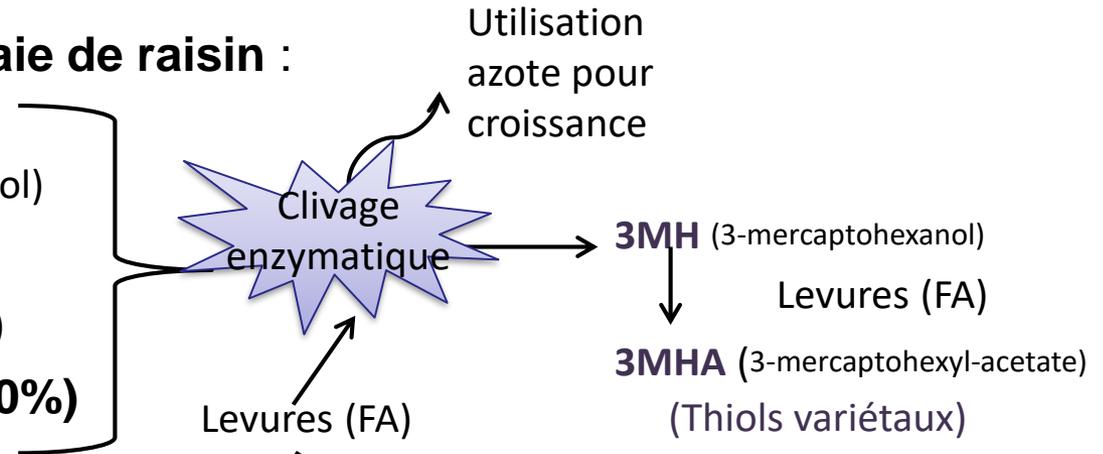
- **Choix de la souche de levures *Saccharomyces* & non-*Saccharomyces***
- **Nutrition azotée de la plante (pulvérisation foliaire)**
- **Nutrition azotée des levures (Ac. Aminés plutôt qu'ammonium)**

**MAIS...**

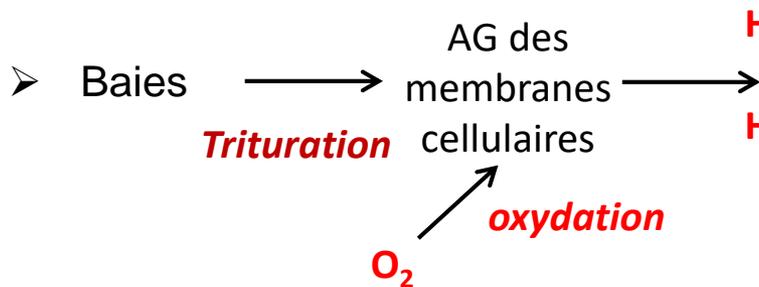
# Les différentes voies de production des thiols variétaux

- Précurseurs d'arôme dans la baie de raisin :

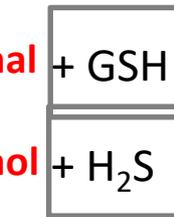
- **G-3MH**  
(Glutathion-3- mercaptohexanol)
- **C-3MH**  
(Cystéine-3-mercaptohexanol)
- **Autres non connus (env.80%)**



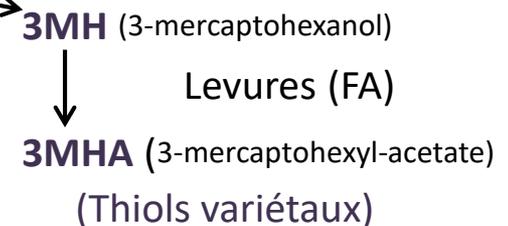
- Précurseurs technologiques d'arôme :



*Issus du moût*



*Issu du métabolisme levurien*

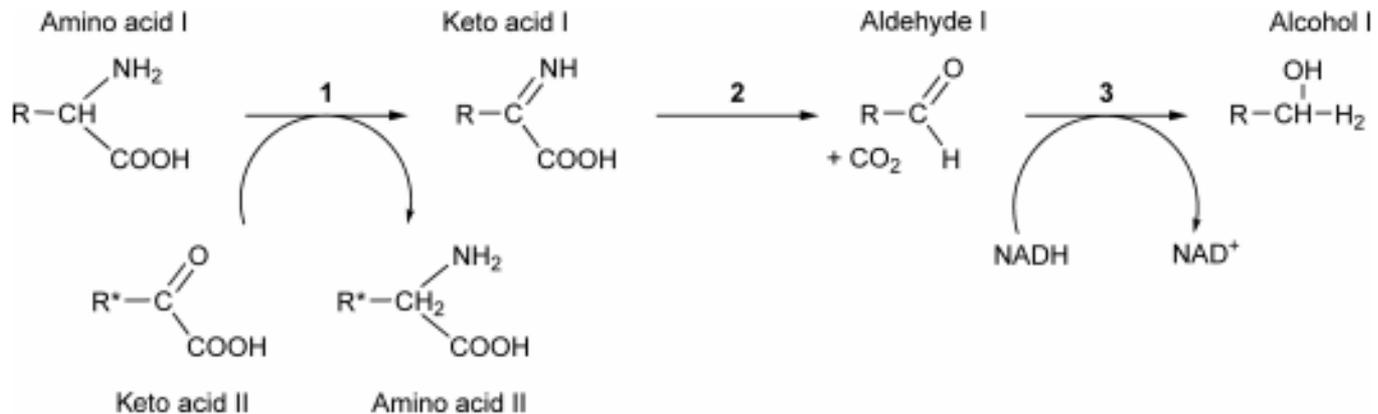


- Trituration / oxydation baies
- Nutrition azotée de la plante
- Choix de la souche de levure

# Composés relevant de l'action de micro-organismes :

« d'origine fermentaire »

Filiation directe du **métabolisme carboné des acides aminés** du moût par la levure (ou bactérie)



# Composés relevant de l'action de micro-organismes :

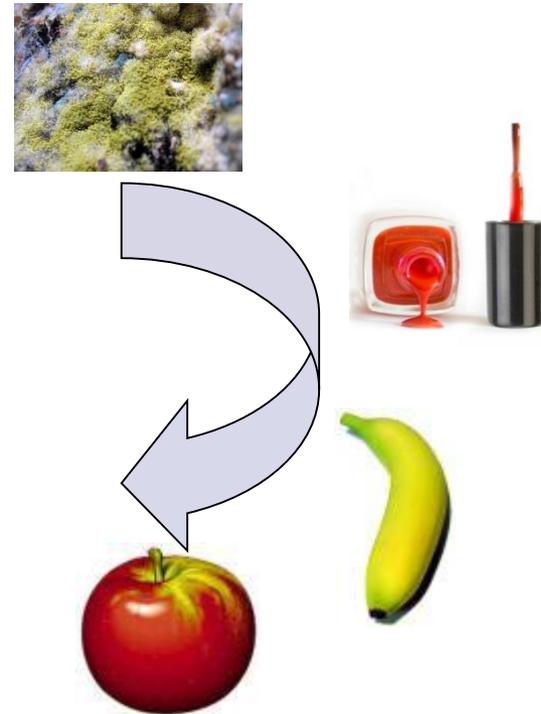
« d'origine fermentaire »

Amino acids		Keto acids		Higher alcohols		Esters
Valine	→	Alpha-keto valerate	→	Isobutanol	→	Isobutyl acetate
		↓				
Leucine	→	Alpha-keto caproate	→	Isoamyl alcohol	→	Isoamyl acetate
Isoleucine	→	Alpha-keto 3-methyl valerate	→	2-methyl butanol	→	Amyl acetate
Phenylalanine	→	Phenyl pyruvate	→	2-phenyl ethanol	→	Phenyl ethyl acetate
Threonine	→	Alpha-keto butyrate	→	Propanol		

# Esters et alcools supérieurs

- Chronologie de la production (essentiellement en phase stationnaire, après fin de croissance cellulaire)

- Propanol (phase de croissance),
- Isobutanol, isoamyl alcohol,
- Isobutyl acetate, isoamyl acetate,
- Ethyl hexanoate.

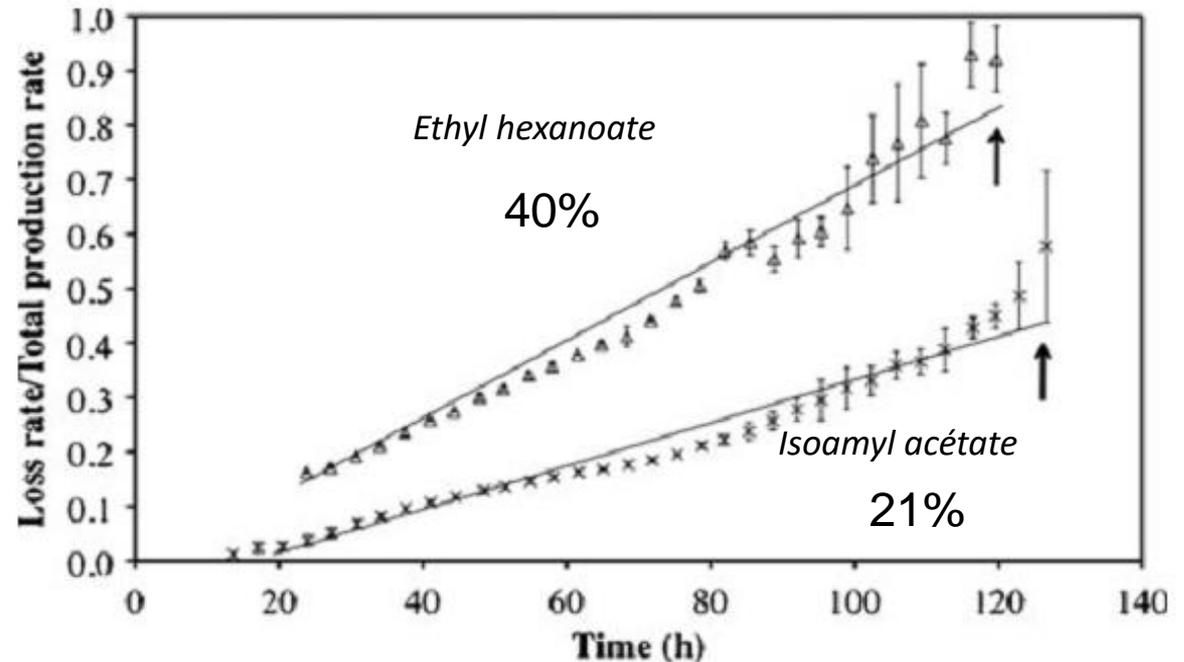


*Mouret et al, Food Proc. Technol. (2013)*

# Esters et alcools supérieurs

- Pertes dans la phase gaz (« stripping par le CO<sub>2</sub> »)

à 20°C



*Morakul et al, Food Biopr. Technol. (6) 2013*

# Esters et alcools supérieurs

- Effet de la température

Température	Isobutanol		Hexyl hexanoate		Isoamyl acétate	
	<i>Perte gaz</i>	<i>teneur finale</i>	<i>Perte gaz</i>	<i>teneur finale</i>	<i>Perte gaz</i>	<i>teneur finale</i>
18°C	0,6%	23 mg/L	45,0%	0,8 mg/L	26,0%	11 mg/L
30°C	1,3%	28 mg/L	71,0%	0,3 mg/L	42,0%	6 mg/L

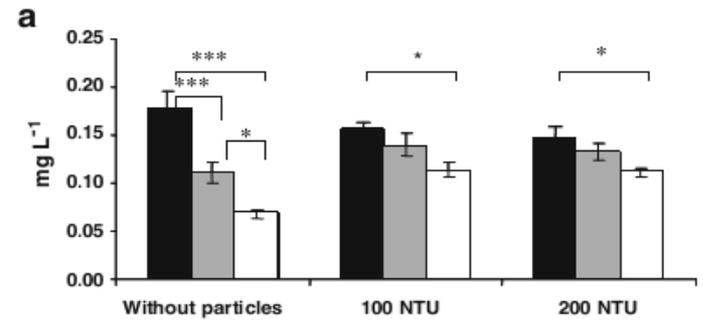
Les différences observées en teneurs dans les vins en fonction de la température de fermentation ne reflètent pas la réalité de production par la levure qui est somme toute relativement constante ...

*Morakul et al, Food Biopr. Technol. (6) 2013*

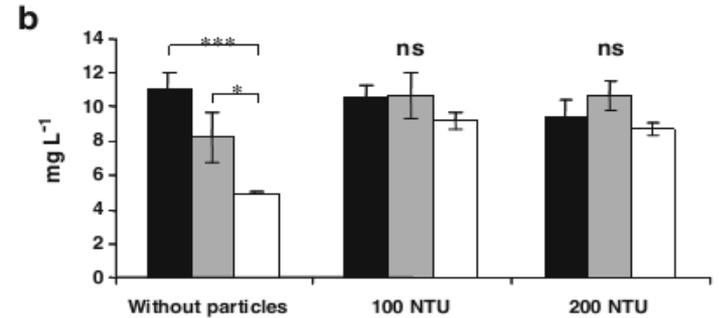
# Esters et alcools supérieurs

- Effet majeur de la turbidité, puis du volume de mise en œuvre

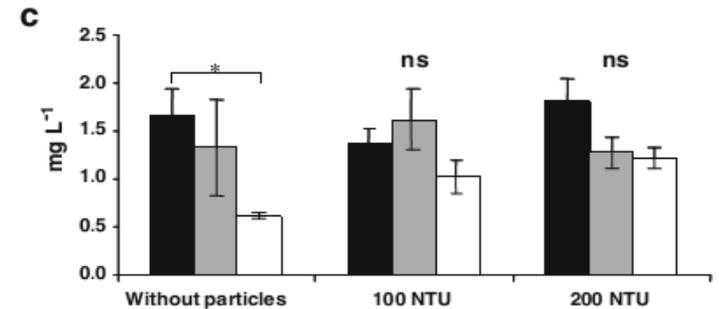
*Isobutyl acétate*



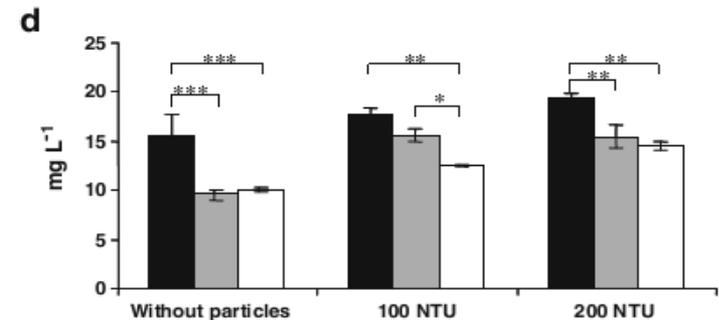
*Isoamyl acétate*



*Ethyl octanoate*



*Isobutanol*



Casalta et al, AMB (87) 2010

# Esters et alcools supérieurs

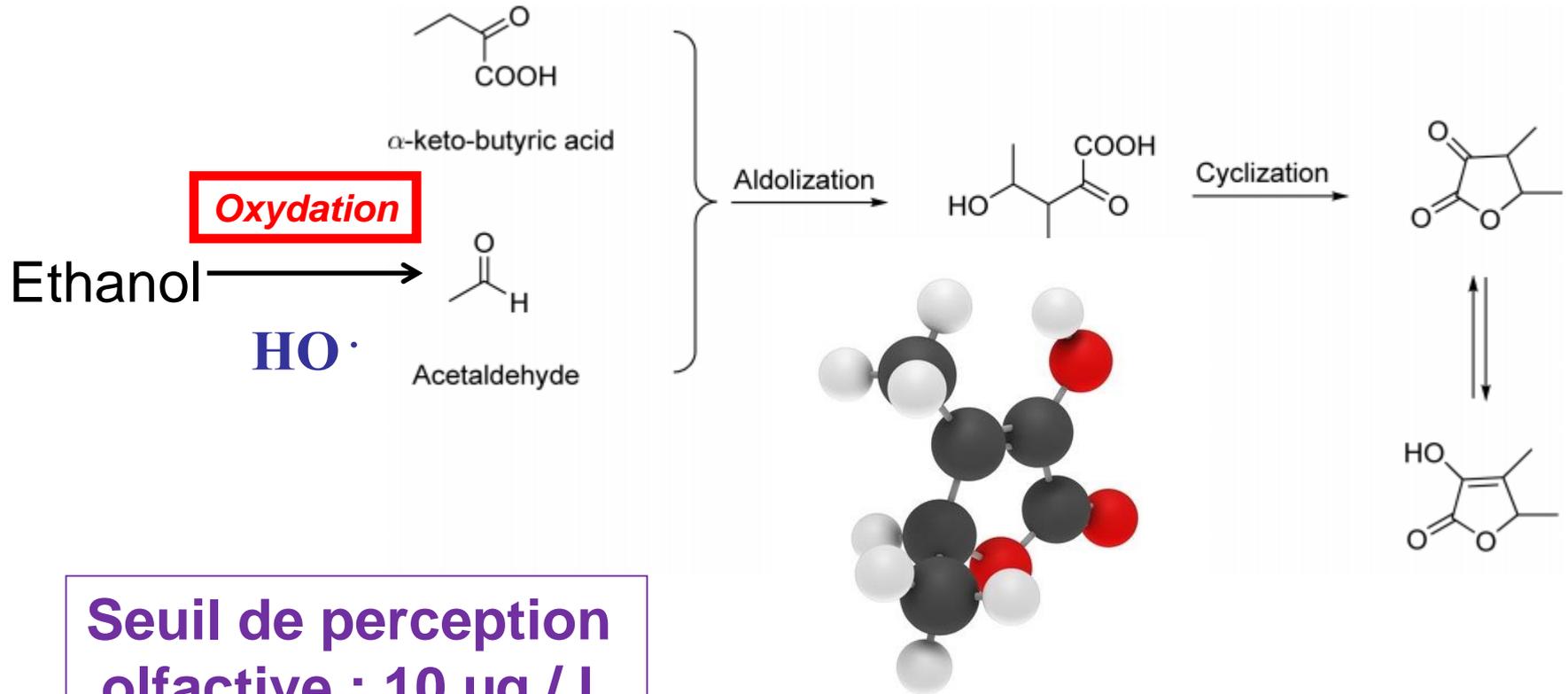
- **Choix de la souche de levure**
- **Conditions de fermentation (température, environnement) *Vitesse***
- **Nutrition azotée des levures (Ac. Aminés plutôt qu'ammonium)**

Composés liés au vieillissement vin :

« *de vieillissement* »

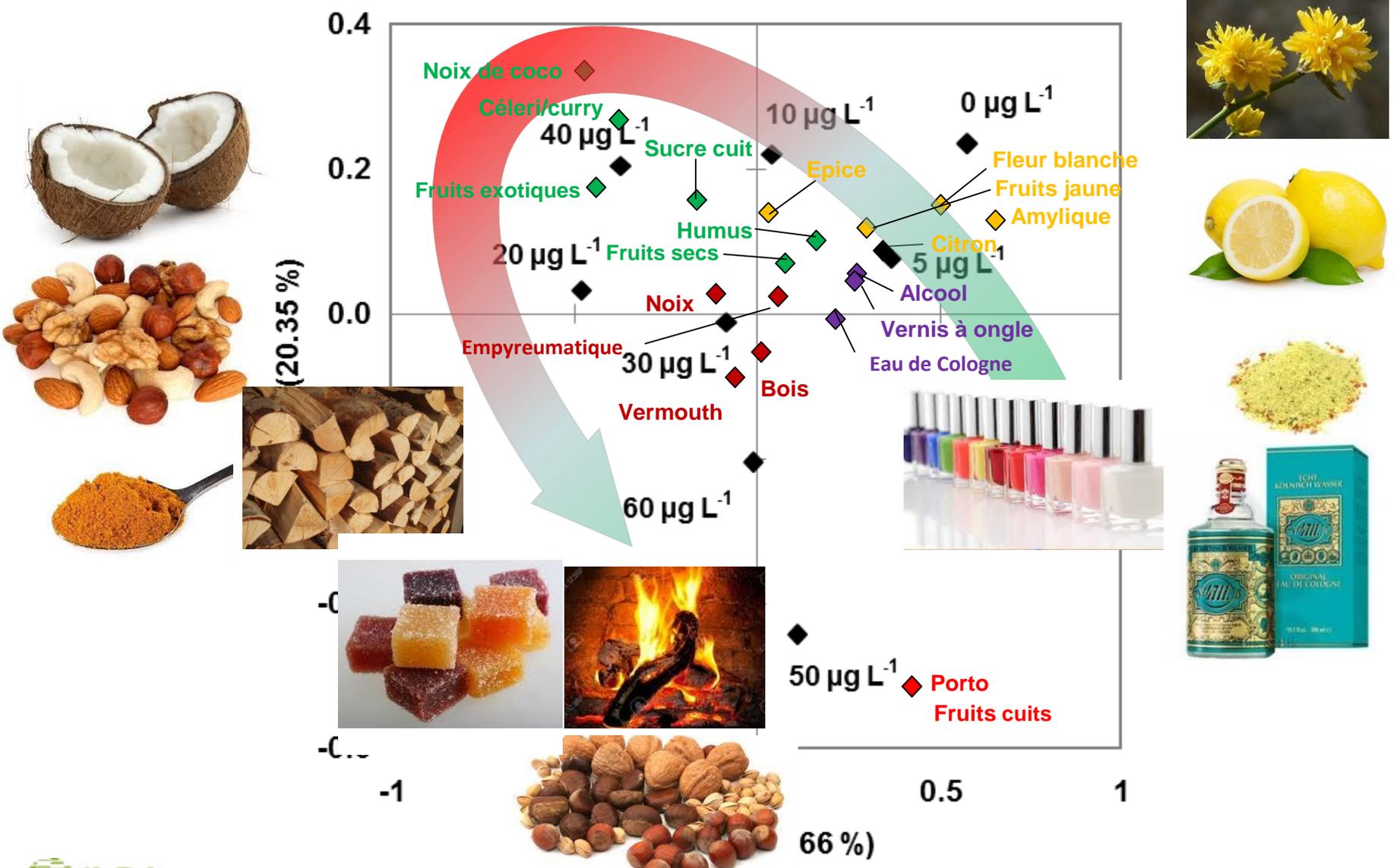
## Le SOTOLON :

(hydroxy-3 diméthyl-4,5 2(5H) furanone)



# Composés liés au vieillissement vin :

« *de vieillissement* »



# La gestion des arômes du vin



*Choix variété*



*Conduite de la vigne*

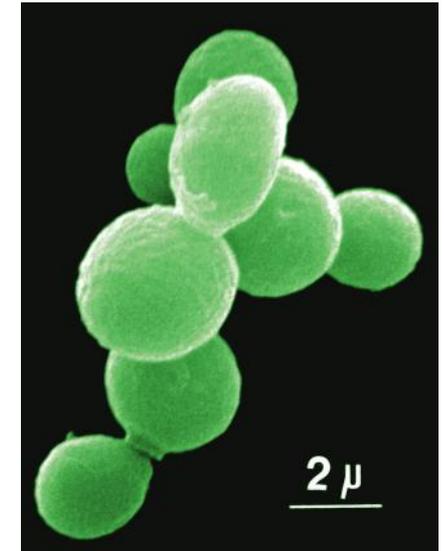
## Enzymes



*Extraction / trituration / oxydation*



*Nutrition azotée*



*Levures*

