



L'oxygène : ange... ou ... démon pour l'œnologue ?

Bertrand ROBILLARD
Institut Œnologique de Champagne
Epernay



L'oxygène : ange... ou ... démon pour l'œnologue ?



Un objectif produit



Réduit *fermé* *équilibré* *mature/ouvert* Oxydé





	2006	2007	2008	2009	Moy
Total défauts (% des vins dégustés)	7.1	6.9	5.9	7.3	6.8
Goût de bouchon	27.8	29.7	31.1	25.7	28.6
Notes soufrées	29.2	26.5	28.9	25.7	27.6
Oxydation	24.3	22.9	19.1	28.4	23.7
Brett	10.6	12.8	13.8	15	13
"Pourri"	5.8	5.6	3.4	3.4	4.1
SO ₂	1.7	1.8	1.4	0.6	1.9
Autres mineurs	0.4	0.7	2	1.2	1.1

d'après S. Harrop, com. person.

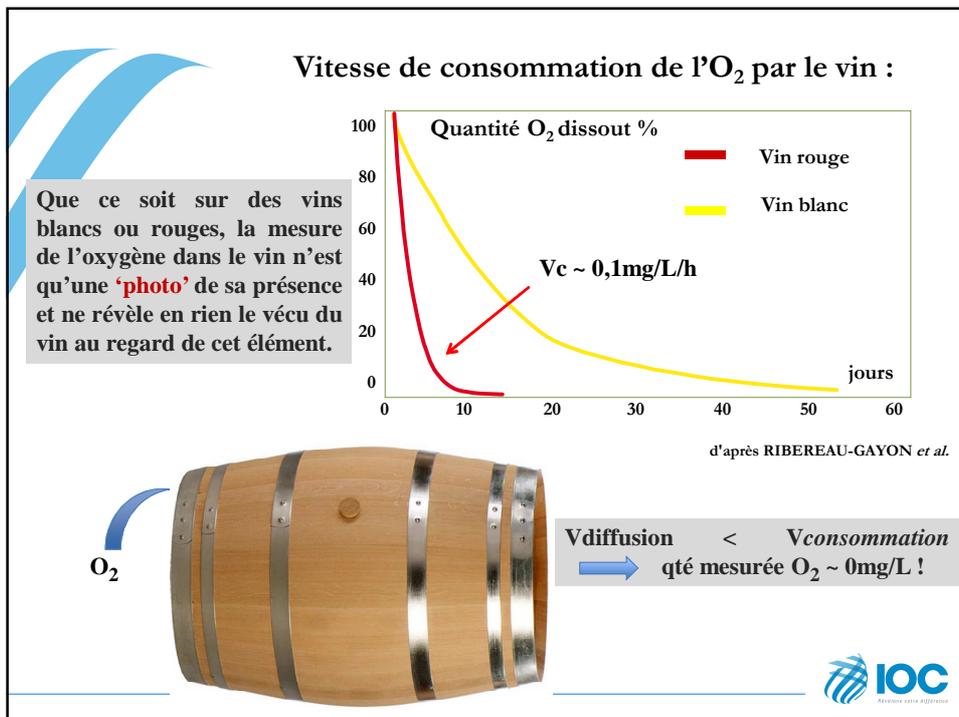
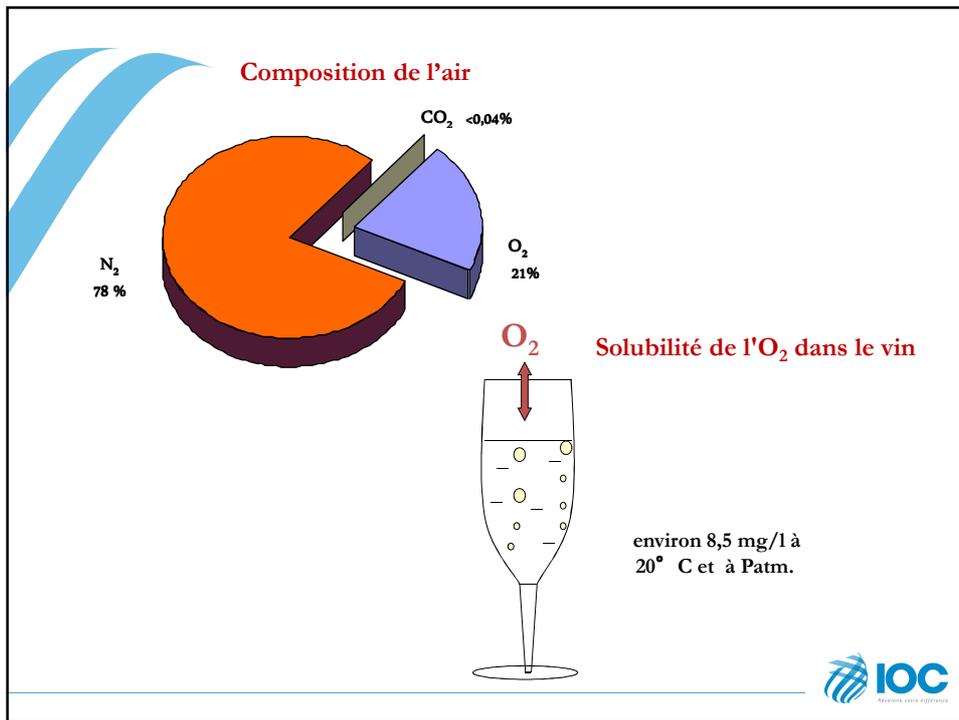



	2006	2007	2008	2009	Moy
Total défauts (% des vins dégustés)	7.1	6.9	5.9	7.3	6.8
Goût de bouchon	27.8	29.7	31.1	25.7	28.6
Notes soufrées	29.2	26.5	28.9	25.7	27.6
Oxydation	24.3	22.9	19.1	28.4	23.7
Brett	10.6	12.8	13.8	15	13
"Pourri"					1
SO ₂					9
Autres mineurs	0.4	0.7	2	1.2	1.1

~50% des défauts des vins sont liés à des phénomènes d'oxydoréduction

d'après S. Harrop, com. person.





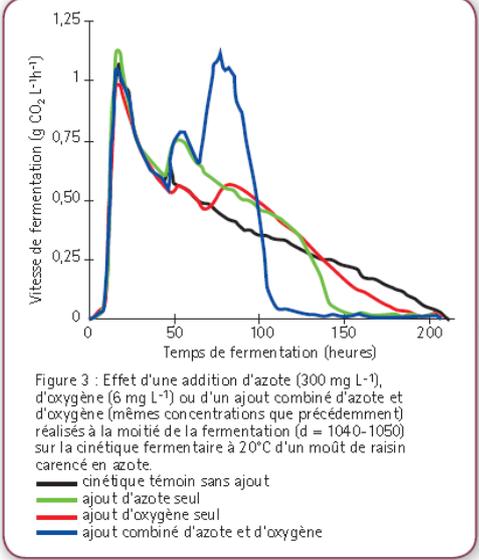
L'oxygène : que se passe t'il après sa dissolution dans le moût ?




- permet le développement des levures (stabilisation de la membrane par la biosynthèse des stérols),
- de manière pragmatique : permet d'achever des FA languissantes (besoins estimés entre 5 et 10mg/L)
- peut moduler la synthèse des esters, de l'acidité volatile (d'après J.M. Salmon, 2009)



L'oxygène : que se passe t'il après sa dissolution dans le moût ?

- permet le développement des levures (stabilisation de la membrane par la biosynthèse des stérols),
- de manière pragmatique : permet d'achever des FA languissantes (besoins estimés entre 5 et 10mg/L)
- peut moduler la synthèse des esters, de l'acidité volatile (d'après J.M. Salmon, 2009)

Figure 3 : Effet d'une addition d'azote (300 mg L^{-1}), d'oxygène (6 mg L^{-1}) ou d'un ajout combiné d'azote et d'oxygène (mêmes concentrations que précédemment) réalisés à la moitié de la fermentation ($d = 1040\text{-}1050$) sur la cinétique fermentaire à 20°C d'un moût de raisin carencé en azote.

— cinétique témoin sans ajout
— ajout d'azote seul
— ajout d'oxygène seul
— ajout combiné d'azote et d'oxygène

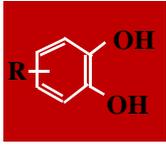


L'oxygène :
que se passe t'il après sa dissolution
dans le moût ?

↓



- formation de composés d'oxydation du moût (quinones) ...



$\xrightarrow[\text{Catal : Fe}^{3+}, \text{Cu}^{2+}]{\text{O}_2}$







L'oxygène :
que se passe t'il après sa dissolution
dans le moût ?

↓



- formation de composés d'oxydation du moût (quinones) ...

- ➔ **action protectrice** : on limite l'oxydation par inertage
- ➔ **action préventive** : collage des moûts (PVPP, caseine, der. de chitine), **oxydation provoquée** : hyperoxygénation / oxygénation contrôlée ou sulfitage différé.



L'oxygène :
que se passe t'il après sa dissolution
dans le moût ?

Catalyseur Cu^{2+}



L'oxygène :
Un exemple d'impact positif et négatif : les thiols variétaux

- **3-mercaptohexan-1-ol, 3MH** : ~50ng/L
agrumes et fruit de la passion en blanc, cassis dans les rouges :
- **Acétate de 3-MH, A3MH** : ~5ng/L
fleurs, fruit de la passion
- **4-mercapto-4-méthylpentan-2-one, 4MMP** : ~1ng/L
buis ... goyave







Composés aromatiques sous forme de précurseurs dans les moûts



L'oxygène : Un exemple d'impact positif et négatif : les thiol variétaux

Les thiols variétaux : précurseurs et biotransformation

MOÛT

VIN

Précurseurs

Conjugés à la cystéine
Tominaga et al., 2008

Protéases
Peyrottes
Gachonset al., 2002

Conjugés au glutathion
Fedrizzi et al., 2009

R = cystéine ou glutathion

Cys3MH
G3MH

Cys4MMP
G4MMP

Fermentation alcoolique
Levure

Thiols variétaux

3MH-A

3MH

4MMP

Seuils de perception olfactifs : 60 ng/L

<1% (Sabléau et al., 2008) [Cys3MH → 3MH]

% ?

Darriet et al., 1995
Tominaga et al., 1996

d'après A. Roland et al., 2010

L'oxygène : Un exemple d'impact positif et négatif : les thiols variétaux

GS-

Hexan-

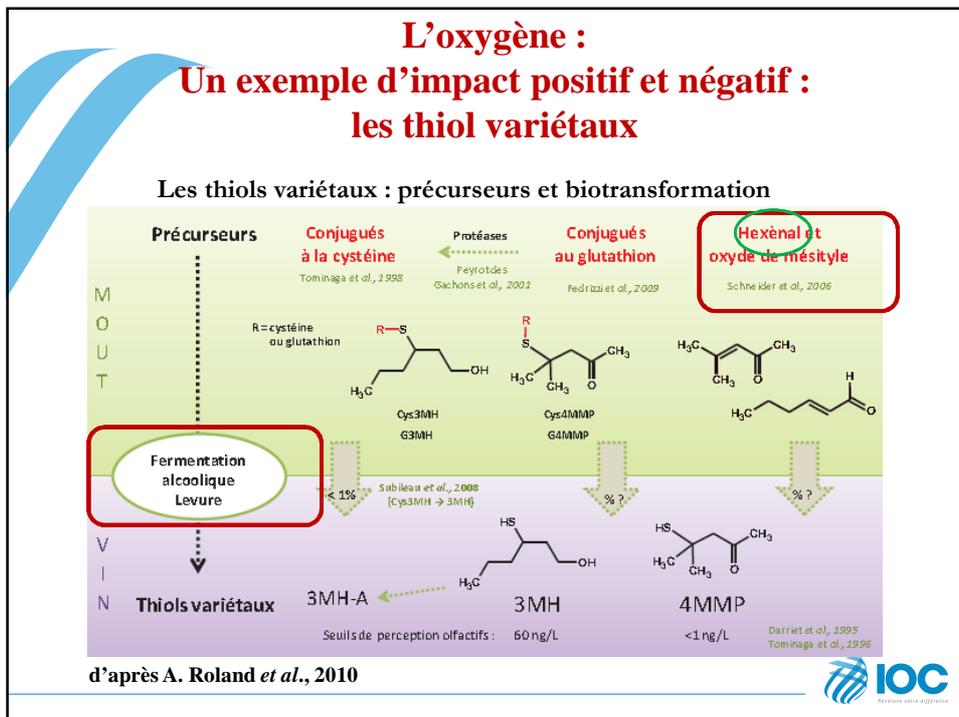
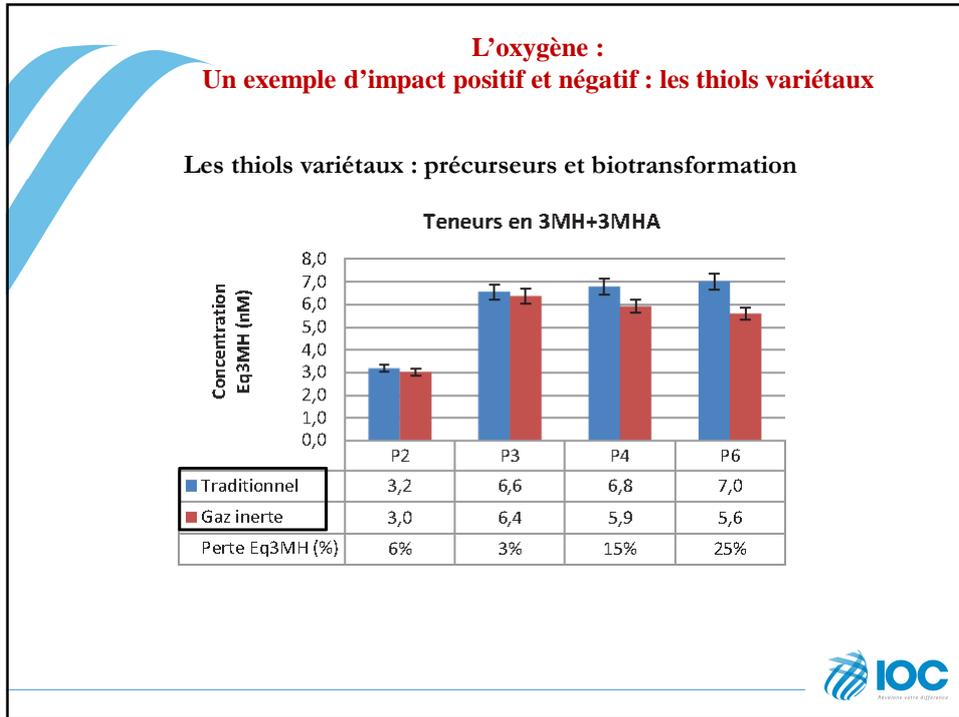
G3MH

Evolution des précurseurs en fonction du mode de pressurage : traditionnel ou inerté.

Teneur en G3MH dans les moûts

Mode de pressurage	P2	P3	P4	P6
Traditionnel	4274	5779	9524	11844
Gaz inerte	3618	5332	7041	8099

d'après A. Roland et al., 2010



lipides →

oxygène →

En d'autres termes, dans des conditions oxydatives (moût), on favorise la formation de précurseurs d'arômes de type thiols volatils qui sont - par nature - des composés réducteurs.

Acide linoléique (C18:3)

(C18:3 13-LOOH)

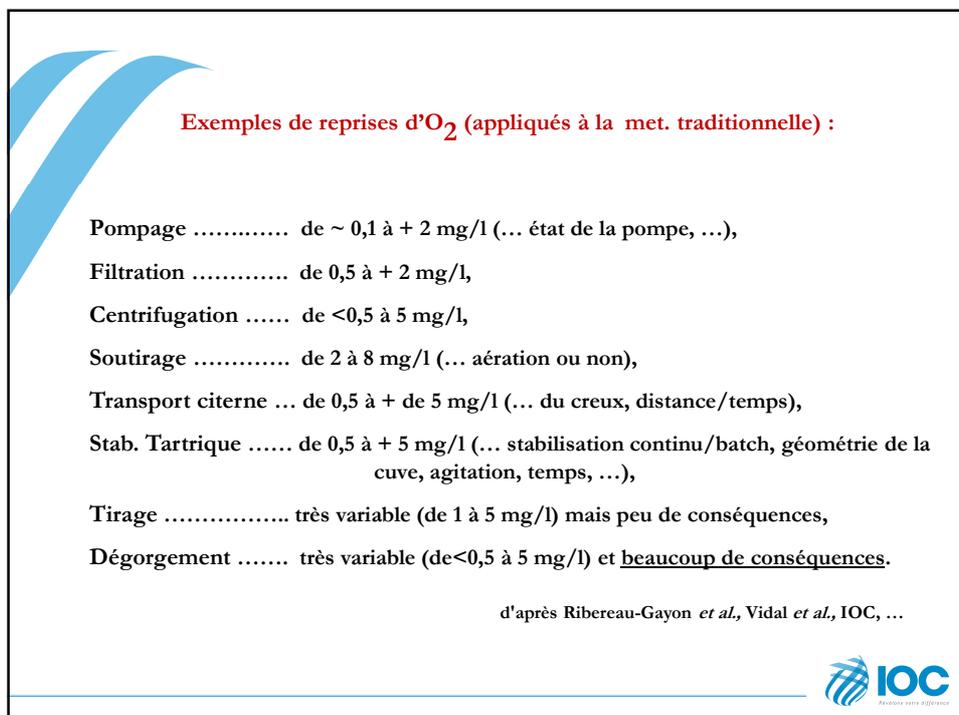
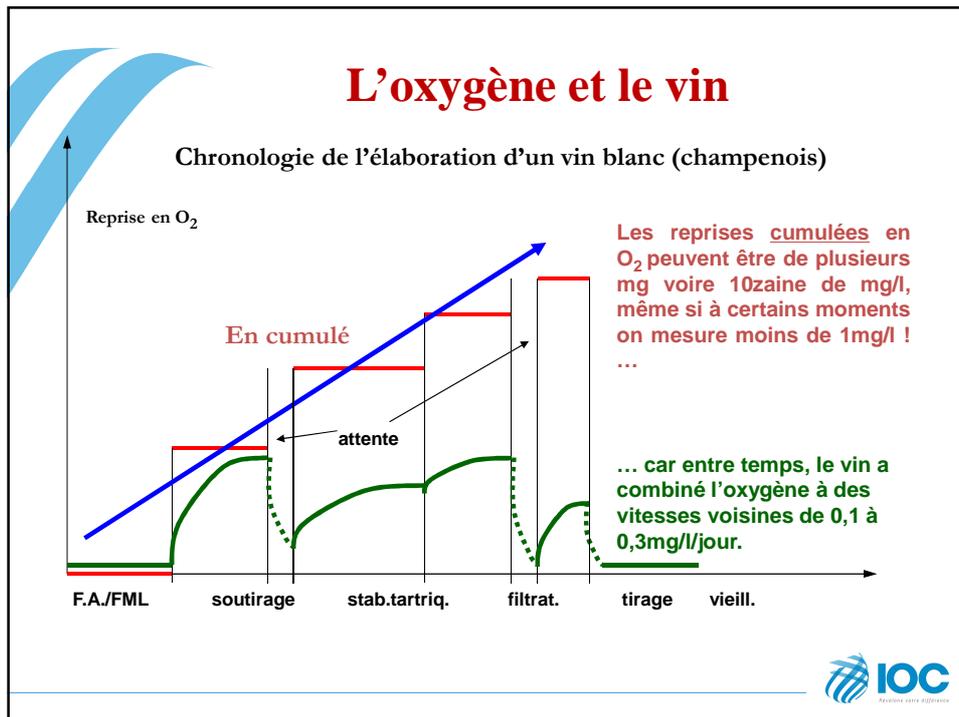
(C18:3 9-LOOH)

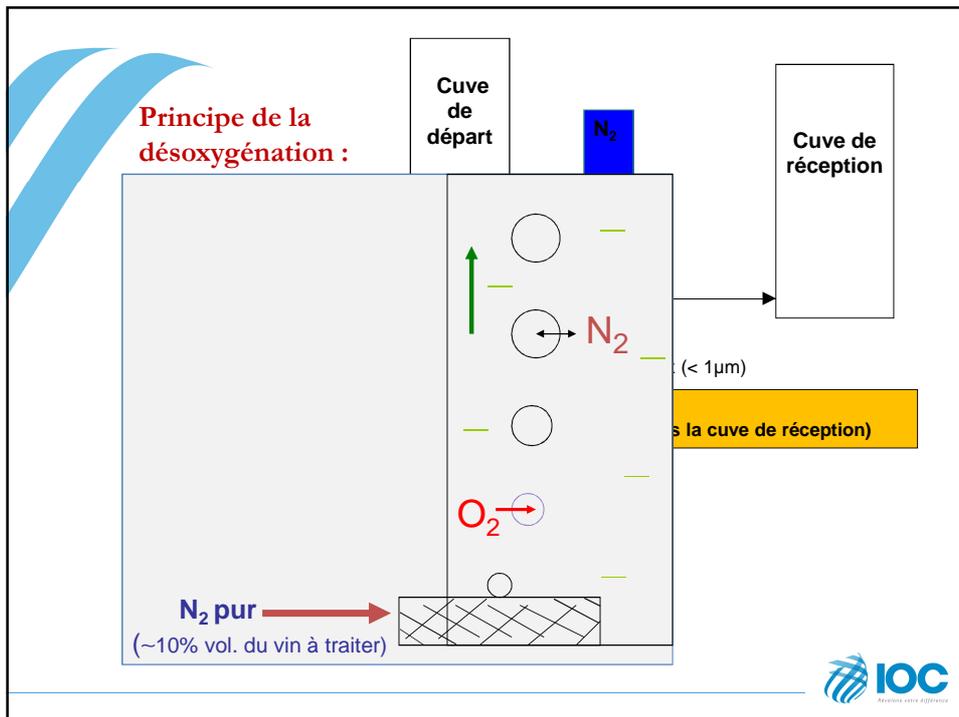
Hexène-2-al-1

Oxidation des thiols (via réaction de Fenton) ou addition des thiols :

$R-SH + H_2O \rightarrow R-S^{\ominus} + H_3O^{\oplus} \rightarrow R-S-S-R$

Molécules non ou peu volatiles





Influence de la perméabilité de la capsule sur le vieillissement des vins :

après prise de mousse
[O₂] = 0
consommé par les levures

sejour sur lattes après prise de mousse
[O₂] = 0
consommé par le vin au fur et à mesure qu'il rentre

0,4 mg/l/an

1,7 mg/l/an

capsule

Oxydation

profil du vin après 2 à 3 ans

	Parties en CO ₂ (cm ³ /24 h)		Entrées d'oxygène (cm ³ /24 h)		Rapport PCO ₂ /PO ₂
	Résultats sous 8 bars absolus de CO ₂	Calcul sous 1 bar de CO ₂	Résultats dans l'air (0,21 bar d'O ₂)	Calcul sous 1 bar d'O ₂	
Capsule 1	0,12	0,015	0,0006	0,0029	5,2
Capsule 2	0,25	0,031	0,0009	0,0043	7,2
Capsule 3	0,56	0,070	0,0019	0,0090	7,8

d'après M. Valade *et al.*, 2011

**Hétérogénéité qualitative en méthode traditionnelle :
le dégorgement**



Dégustation : peu de différence entre les bouteilles d'une même cuvée







Des différences apparaissent dans le temps ...





Mesure d'oxygène après bouchage :

3 essais menés sur 3 jours différents sur une même ligne de dégorgement.

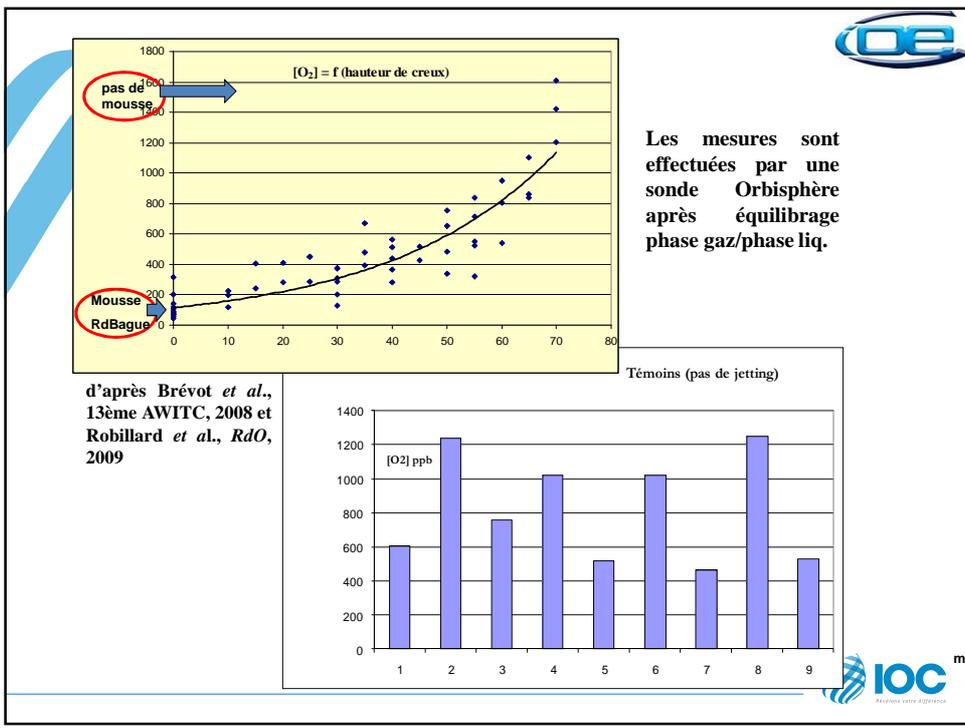
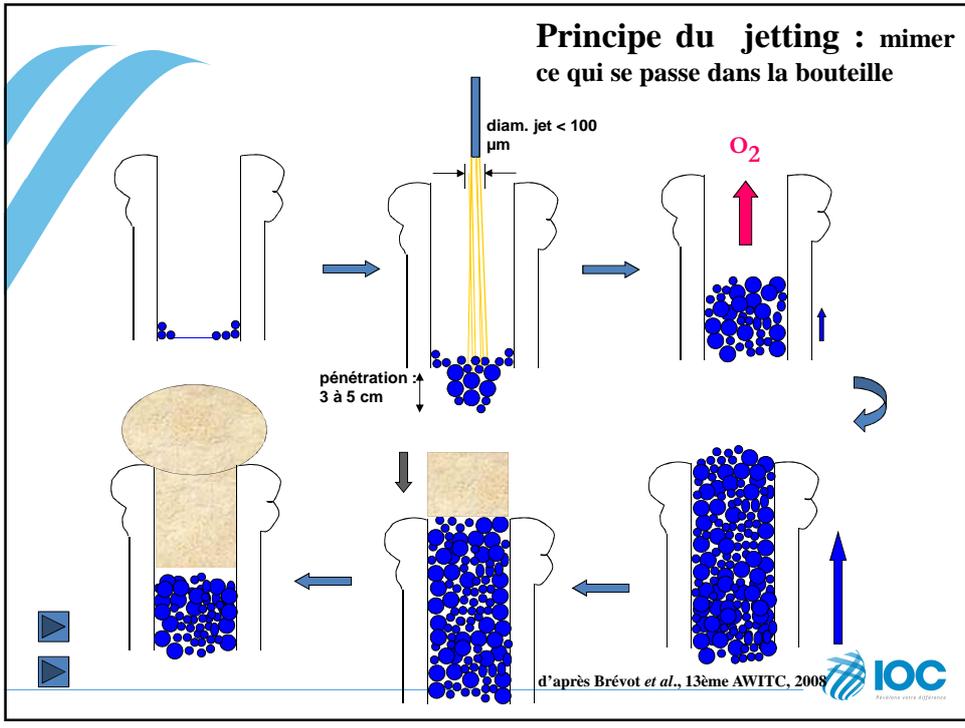
Dans les 3 cas, la ligne fonctionne en régime de routine, aucun incident n'est noté et la cuvée (identique pour les 3 expériences) n'est pas *nerveuse*.

Concentration en O ₂ - mg/l							Moy. [O ₂] mg/l	E-T mg/l	RSD %
Essai 1	0.05	0.15	1.80	1.70	0.80	0.40	0.80	0.70	95
Essai 2	0.20	0.15	1.75	0.60	0.85	1.90	0.90	0.65	75
Essai 3	1.00	1.80	0.10	0.10	1.50	0.05	0.75	0.80	105

d'après Robillard, JTO, 2003

moyennes homogènes, écarts-types très importants.

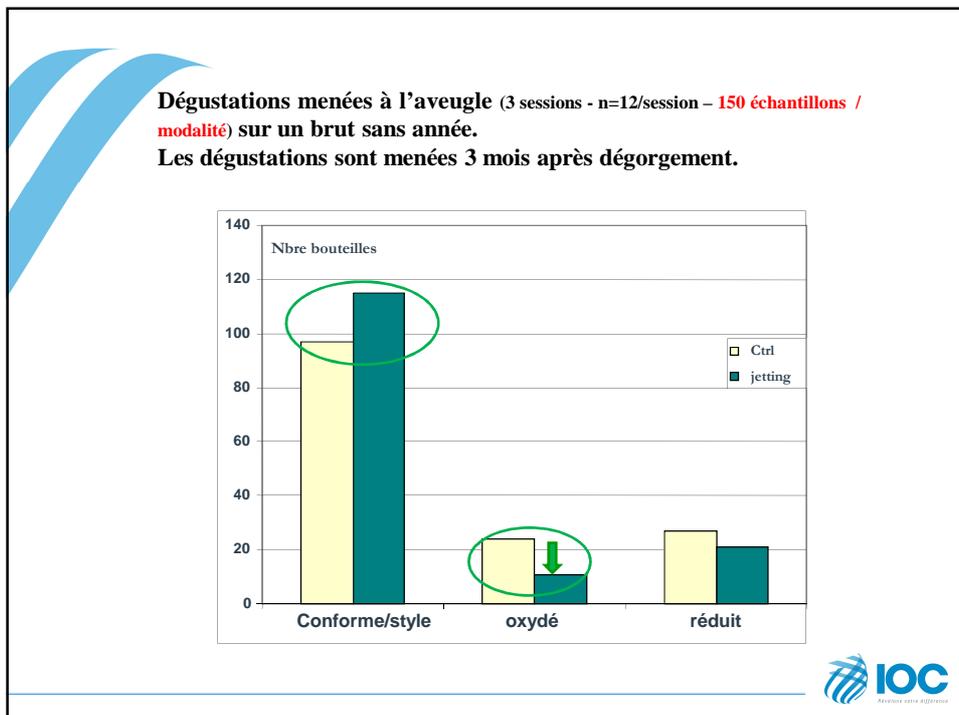


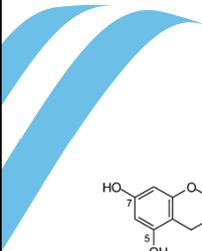


Jetting or no jetting?... that is the question!

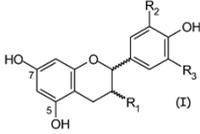
dégustations







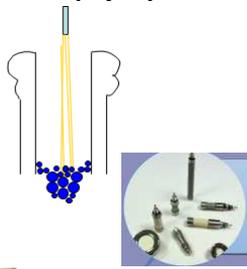
vitamine C
500mg



chimie 'verte' (collage plus noble)



méthodes physiques




Biologie (produit de levure riche en GSH, dérivés de chitine)






Merci de votre attention !

