



Importance de la maîtrise de l'oxygène au conditionnement des vins

Bertrand CHATELET
IFV-SICAREX Beaujolais
www.vignevin.com

2/04/2014

Apremont

1



Une histoire ancienne...

C'est l'oxygène qui fait le vin;

C'est par son influence qu'il vieillit

Louis Pasteur
(1822-1895)



Études sur le vin
Imprimerie Impériale
Masson, Paris, 1866



2/04/2014

Apremont

2

IFV TERROIR D'INNOVATION

Les enjeux de la maîtrise de l'oxygène

- Protéger de l'oxydation les composés sensibles à l'oxydation
- Oxyder les composés indésirables
- Modifier la structure phénolique pour obtenir de nouveaux composés plus réducteurs et plus stables protecteurs de l'oxydation
- Maintenir un équilibre d'oxydo-réduction favorable
- ...

2/04/2014 Apremont 3

IFV TERROIR D'INNOVATION

L'oxygène à toutes les étapes de l'élaboration

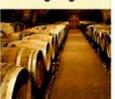
Grapes



Winemaking



Ageing

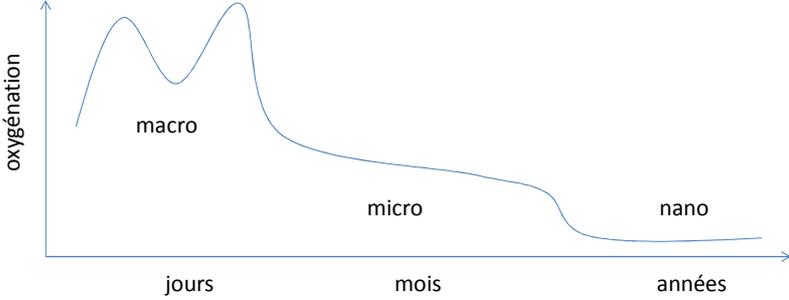


Bottling



OTR





oxygénation

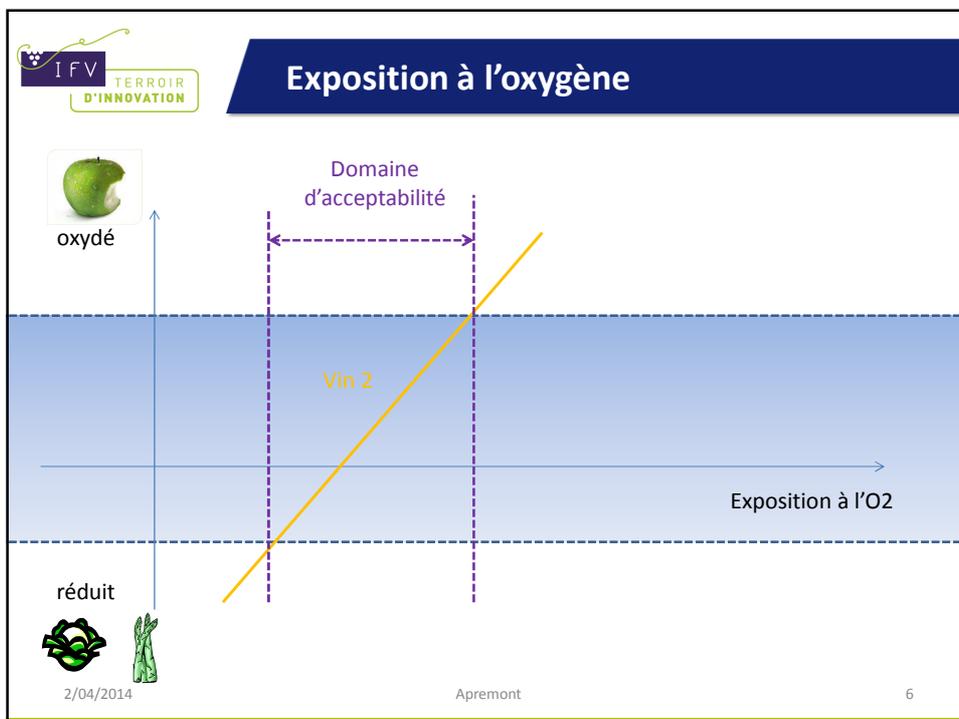
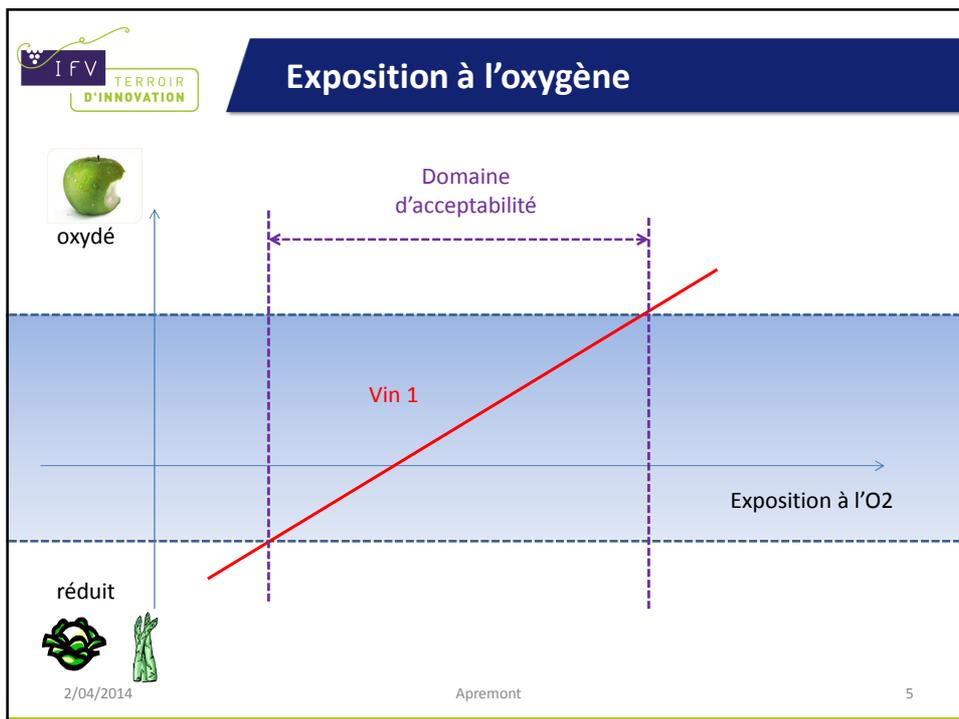
macro

micro

nano

jours mois années

2/04/2014 Apremont 4



IFV TERROIR D'INNOVATION

Exposition à l'oxygène

- En fonction de l'équilibre trouvé et de la matrice:
 - Evolution des arômes
 - Evolution de la couleur et du gout

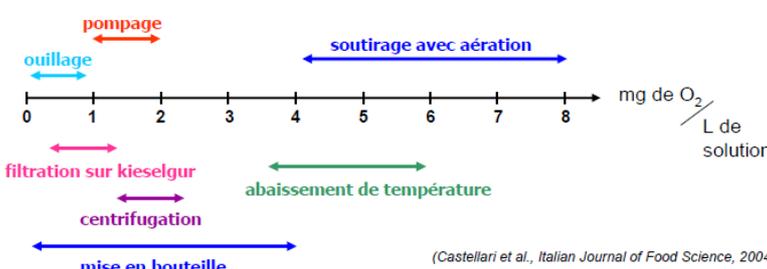


2/04/2014 Apremont 7

IFV TERROIR D'INNOVATION

Maitrise de l'oxygène : enrichissement

Dissolution d'oxygène dans le moût ou le vin lors d'un contact avec de l'air



mg de O₂ / L de solution

(Castellari et al., Italian Journal of Food Science, 2004)

2/04/2014 Apremont 8



IFV
TERROIR
D'INNOVATION

Dissolution de l'oxygène

- Solubilité dans vin saturé en air à 20°C et 1013 hPa = **8.4 mg/l**
- L'abaissement de 5°C augmente la solubilité d'environ 10%.
- A 0°C, la solubilité augmente de 60%.

Loi de Fick :

$$\frac{dc}{dt} = k_l \cdot a \cdot (C^* - C)$$

Attention :
émulsions, turbulences

Avec k_l a = coefficient volumique de transfert
 C_i = concentration initiale
 C^* = concentration de l'O₂ à saturation
 a = surface spécifique de l'interface gaz/liquide (m²/m³)

vitesse de dissolution ↗ quand la surface d'échange ↗
quand [O₂] initiale faible

2/04/2014

Apremont

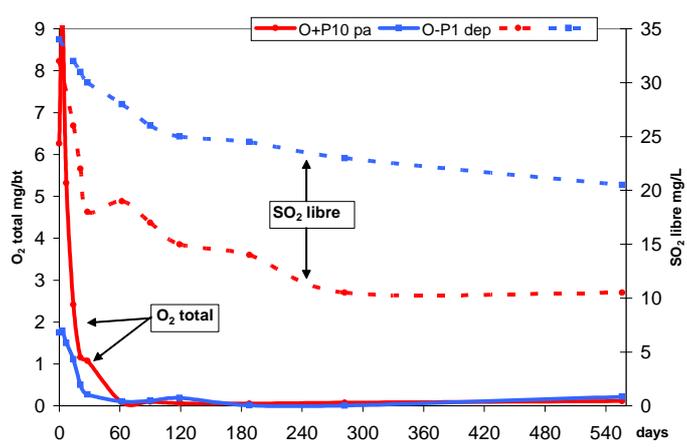
source JC Vidal 

9



IFV
TERROIR
D'INNOVATION

Evolution du vin conditionné



2/04/2014

Apremont

source JC Vidal 

10

IFV TERROIR D'INNOVATION

Groupe National Oxygène

- Animé par IFV
- Une dizaine de partenaires
- Financé par FranceAgrimer

FranceAgrimer

02/04/2014 Apremont 11

IFV TERROIR D'INNOVATION

Arômes : dégradation avec oxygène

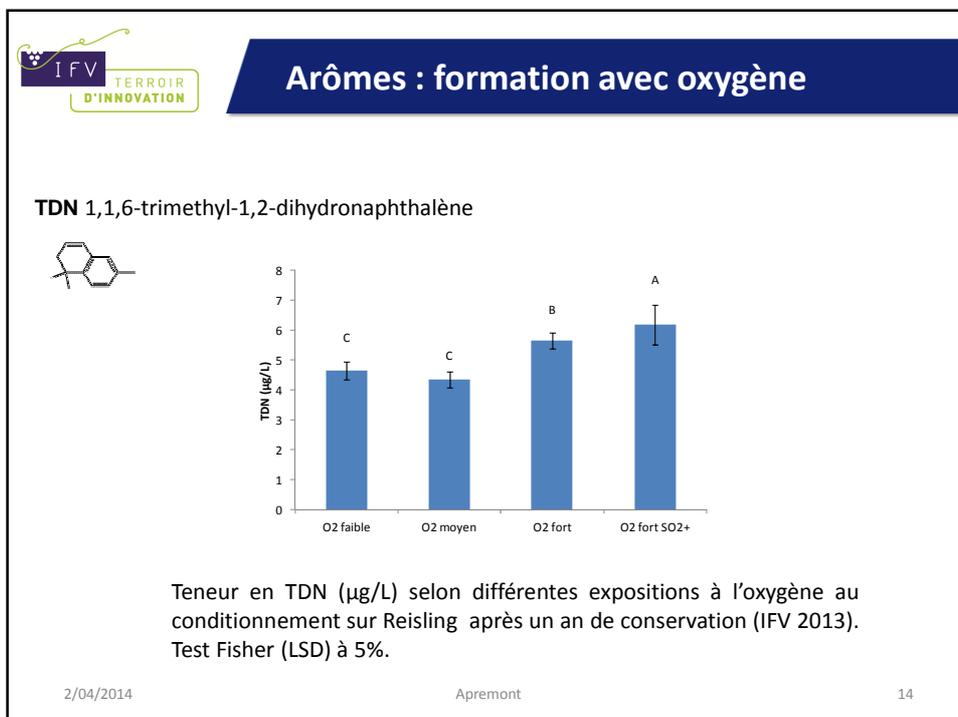
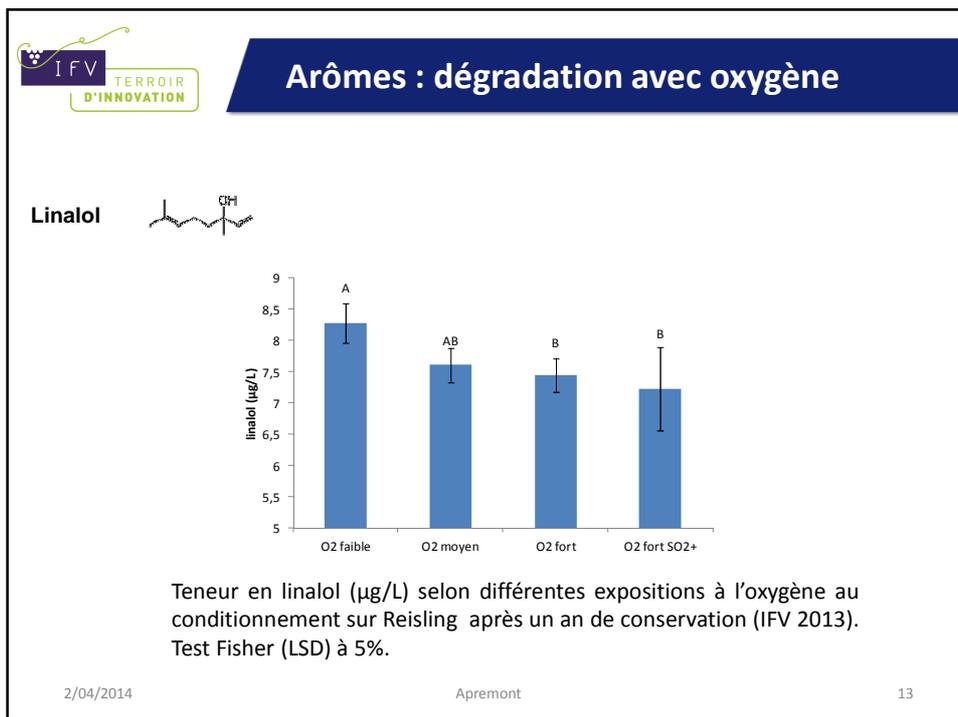
Paradoxe des composés soufrés

| | | | |
|--|--|--|--------------------|
| Pampleousse, agrumes, fruits exotiques | | 3-mercapto-hexanol (3MH) | 60 ppb dans le vin |
| Buis, fruits exotiques | | acétate de 3-mercapto-hexile (a3MH) | 4 ppb dans le vin |
| Buis | | 4-mercapto-4-méthylpentan-2-one (4MMP) | 15 ppb dans le vin |

| | | | |
|------------------|--------|--------------|-----|
| Œuf pourri | REDUIT | H2S | 50 |
| chou | | Méthanethiol | 150 |
| Ail, oignon, gaz | | Éthanethiol | 110 |

| Oxygène | Concentration (ng/L) |
|----------------|----------------------|
| O2 faible | ~1750 |
| O2 faible SO2- | ~1650 |
| O2 moyen | ~1600 |
| O2 fort | ~1450 |

02/04/2014 Apremont 12



IFV TERROIR D'INNOVATION

Arômes : formation avec oxygène

Composés marqueurs de l'oxydation dont la formation est très dépendante de l'exposition à l'oxygène

Cc1c(O)c(C)oc1=O

Sotolon
Noix, épices

CCSCC=O

Methional
Pomme de terre

O=Cc1ccccc1

Phenylacetaldehyde
miel

A. C. Silva Ferreira & al., 2003

2/04/2014 Apremont 15

IFV TERROIR D'INNOVATION

Evolution des polyphénols : la couleur

- Sur Blanc : brunissement oxydatif dû notamment aux flavanols : (epi) catéchine

- Sur rouge :
 - Stabilisation
 - brunissement

2/04/2014 Apremont 16

IFV TERROIR D'INNOVATION

Evolution des polyphénols : la couleur

- Sur rouge :

The diagram illustrates the chemical evolution of polyphenols in red wine color. It shows the conversion of T-A to flavylum and A-ethyl-T, and the subsequent conversion of flavylum to pyranoanthocyanins through oxidation and loss of H⁺. A series of vials shows the color change from red to purple as pH increases from 1.0 to 5.0.

2/04/2014 Apremont D'après V. Cheynier, Inra
17

IFV TERROIR D'INNOVATION

Evolution des polyphénols

- Evolution de la sensation en bouche
 - Astringence
 - Amertume
 - Texture (« corps »)

— matière première, vinification, process d'élevage

dépend ➔ — A/T, pH, niveau d'exposition à l'O₂

— Fe, Cu, SO₂...

2/04/2014 Apremont 18

IFV TERROIR D'INNOVATION

Maitrise de l'oxygène : la mesure

Facilitation et démocratisation de la mesure de l'oxygène notamment grâce au développement des sondes optiques en œnologie

2/04/2014 Apremont 19

IFV TERROIR D'INNOVATION

Maitrise de l'oxygène : prévention

Effet protecteur du CO2

Pour la même technologie et les mêmes conditions opératoires :

Un rendement de **100%** dans du vin **sans CO₂** dissous tombe à **10%** pour un vin initialement **saturé en CO₂** !
(Devatine et al., 2007 & 2009)

Oxygénation sans CO₂ dissous La taille de la bulle diminue au cours de son ascension
 $P_{O_2} = 1 \text{ bar}$

Oxygénation avec CO₂ dissous Le CO₂ **désorbe** dans la bulle
 $P_{O_2} < 1 \text{ bar}$

2/04/2014 Apremont 20

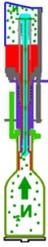
IFV TERROIR D'INNOVATION

Éléments de maîtrise

conditionnement



Désaération
Inertage espace de tête
Vide bouchage





2/04/2014 Apremont 21

IFV TERROIR D'INNOVATION

Exposition post-conditionnement des vins tranquilles à l'oxygène



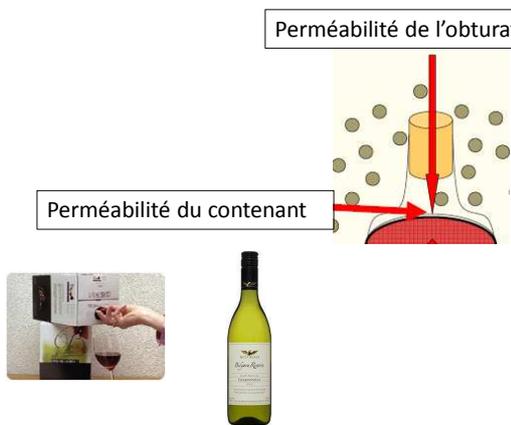
2/04/2014 Apremont 22

IFV TERROIR D'INNOVATION

Exposition post-conditionnement

Perméabilité de l'obturateur

Perméabilité du contenant



2/04/2014 Apremont 23

IFV TERROIR D'INNOVATION

Les obturateurs



naturel colmaté aggloméré 1+1 composite



synthétique



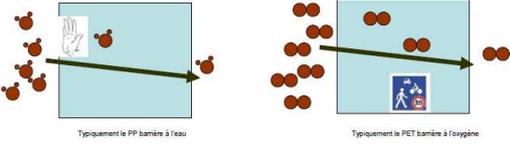
capsule à vis

2/04/2014 Apremont 24

IFV TERROIR D'INNOVATION

Transfert d'oxygène

- Perméabilité
 - grandeur qui permet d'évaluer les propriétés de transport et d'efficacité barrière des matériaux aux petites molécules ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)



Typiquement le PP barrière à l'eau

Typiquement le PET barrière à l'oxygène

- Coefficient de transmission = Oxygen Transfer rate = OTR
 - $\Delta m / A \Delta t$
où Δm représente la variation de masse (kg), A la surface (m^2) et t le temps (s).
 - mL/j/bouchon ou mg/an/bouteille

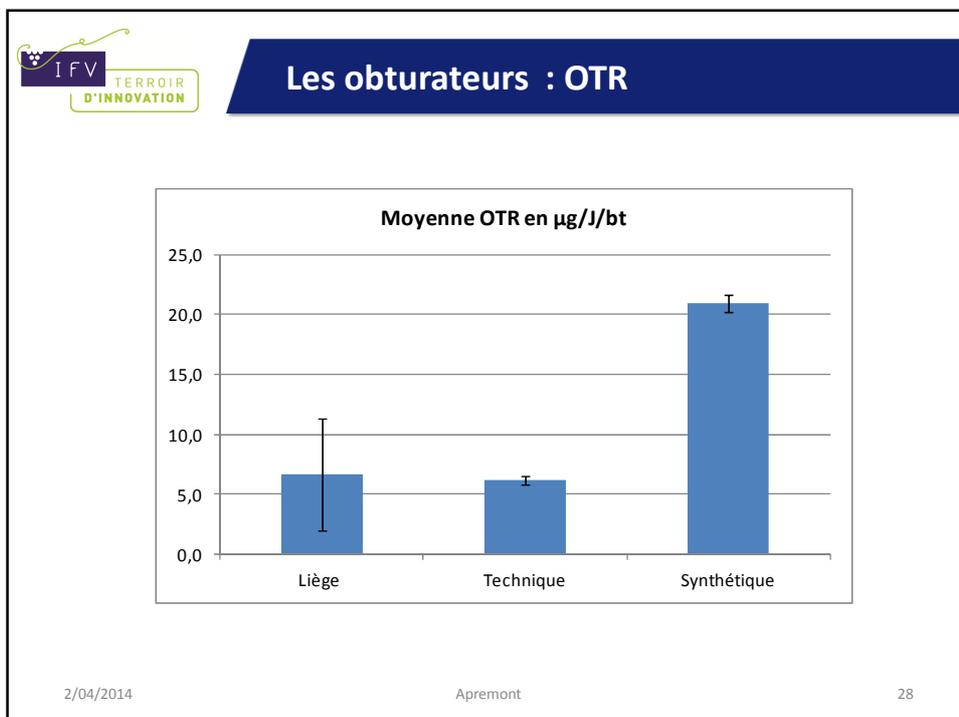
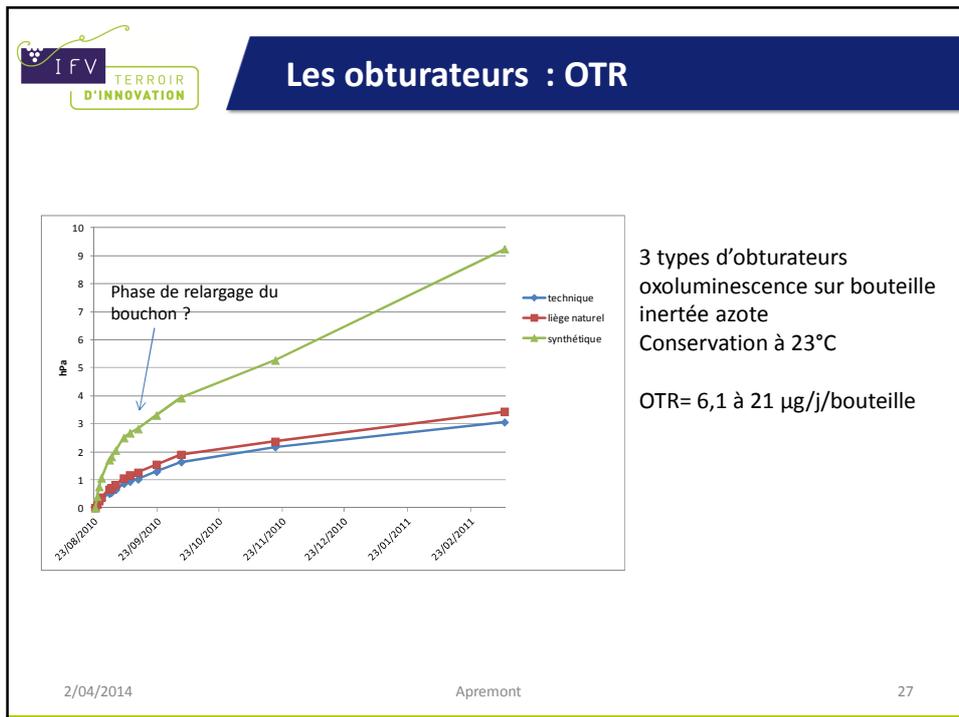
2/04/2014 Apremont 25

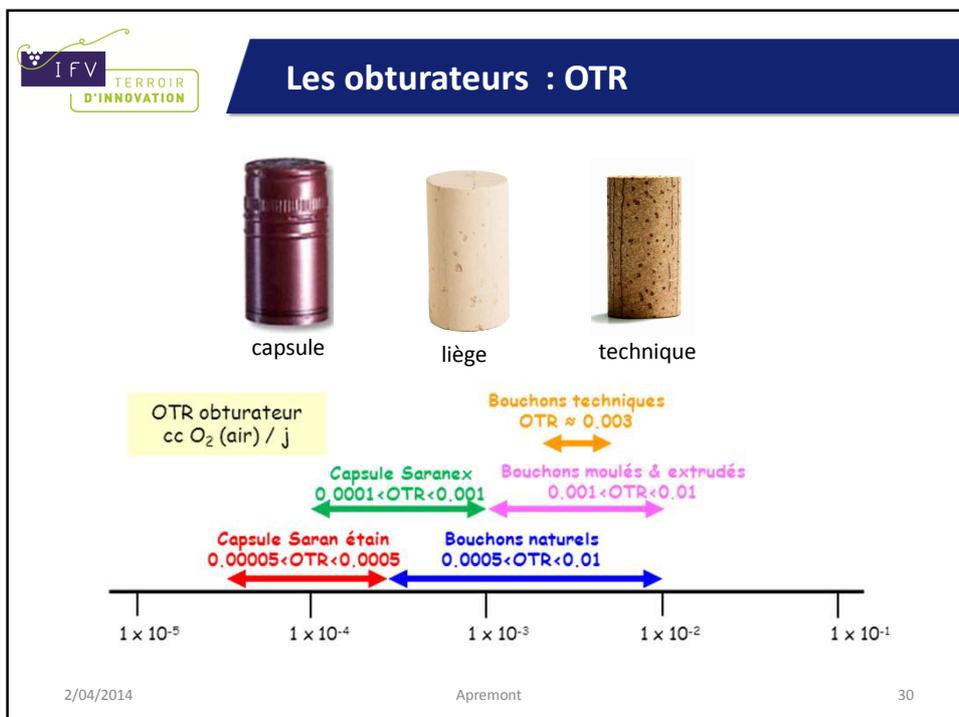
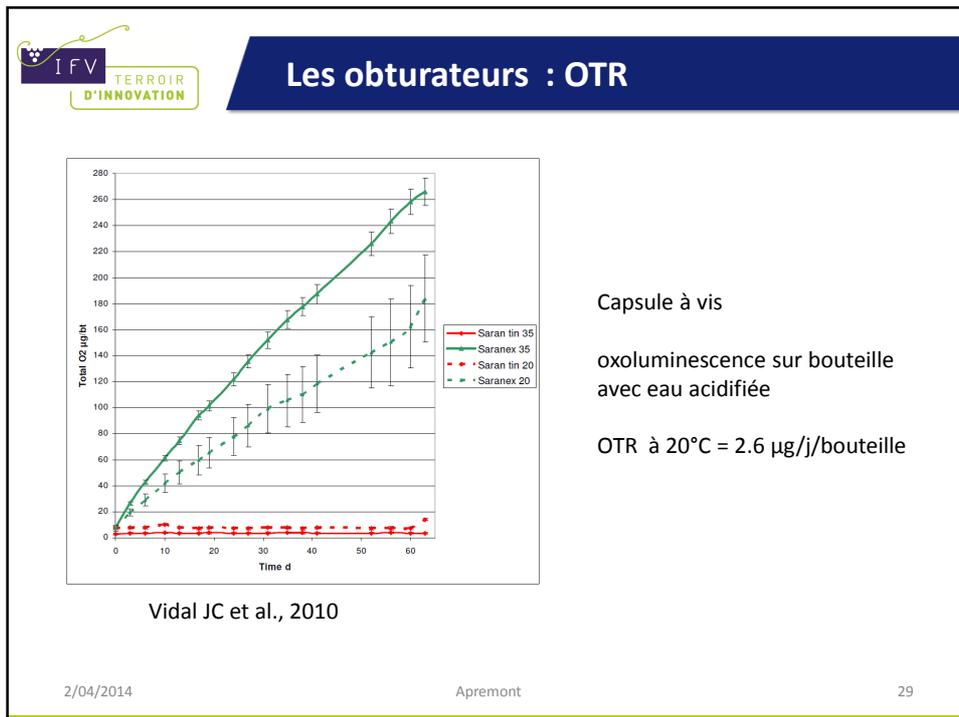
IFV TERROIR D'INNOVATION

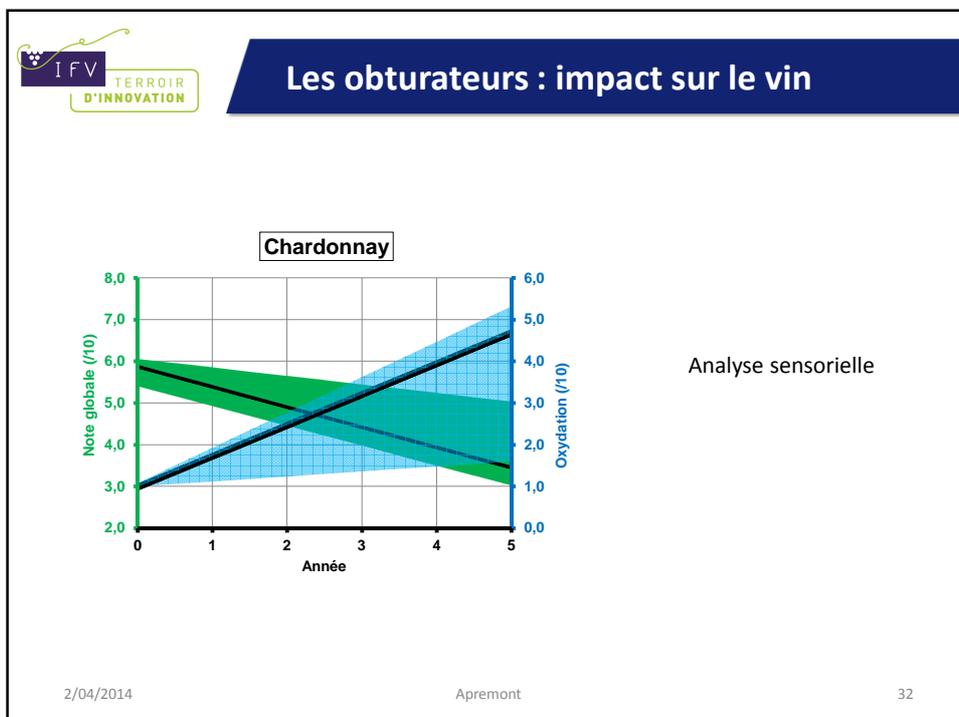
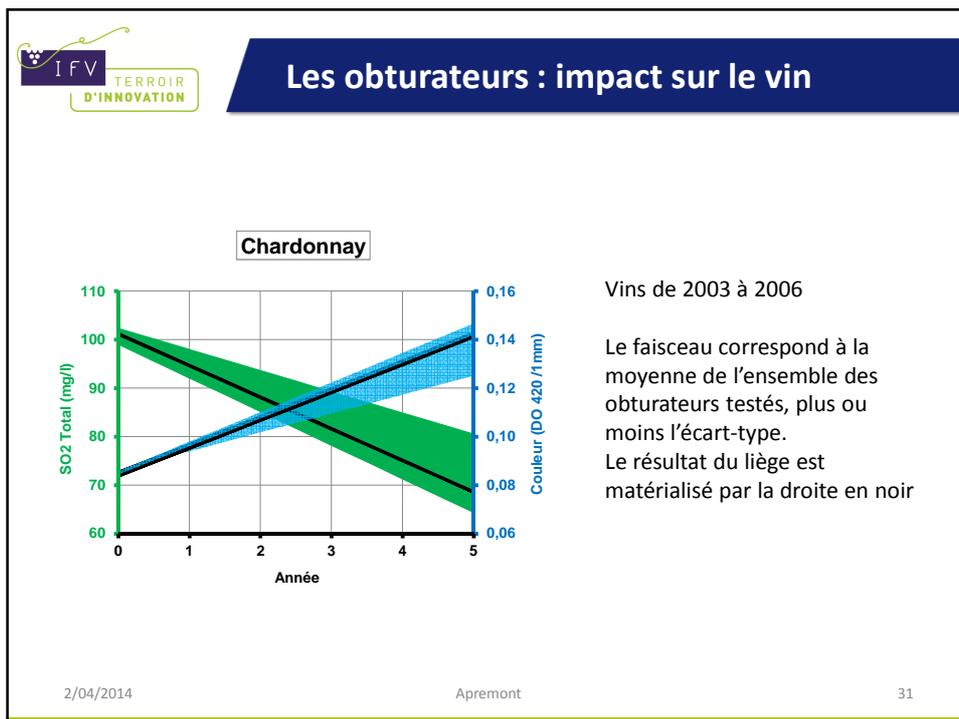
Méthodes d'évaluation de l'OTR - Limites

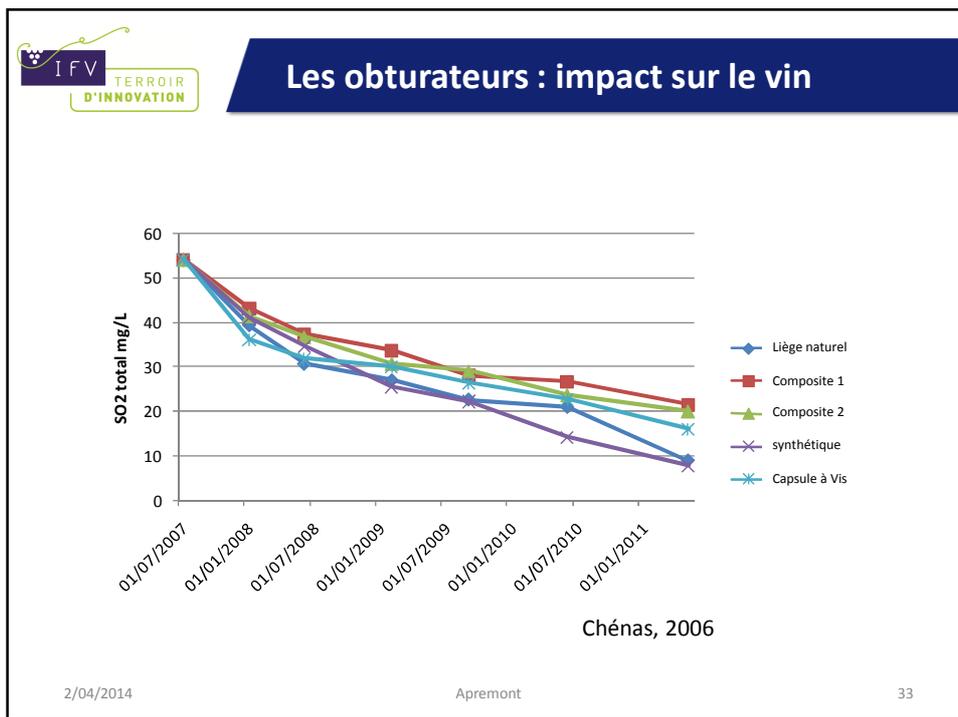
- Difficultés de comparer les références d'obturateurs entre elles (données fabricant ou de recherche) ...
 - Unités
 - Plus ou moins proches des conditions œnologiques

2/04/2014 Apremont 26









IFV TERROIR D'INNOVATION

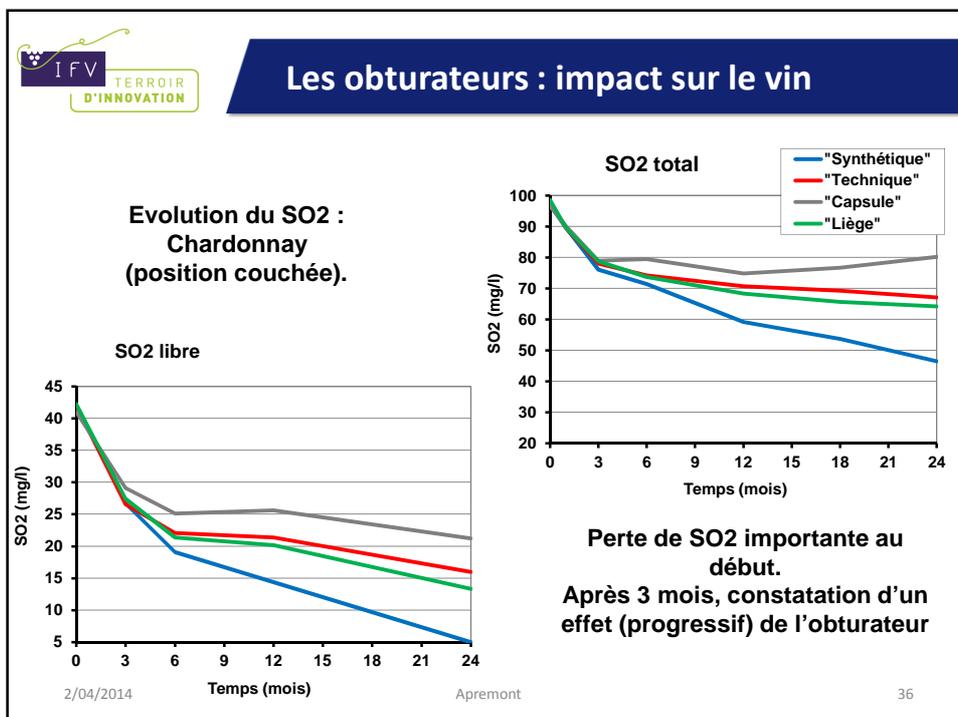
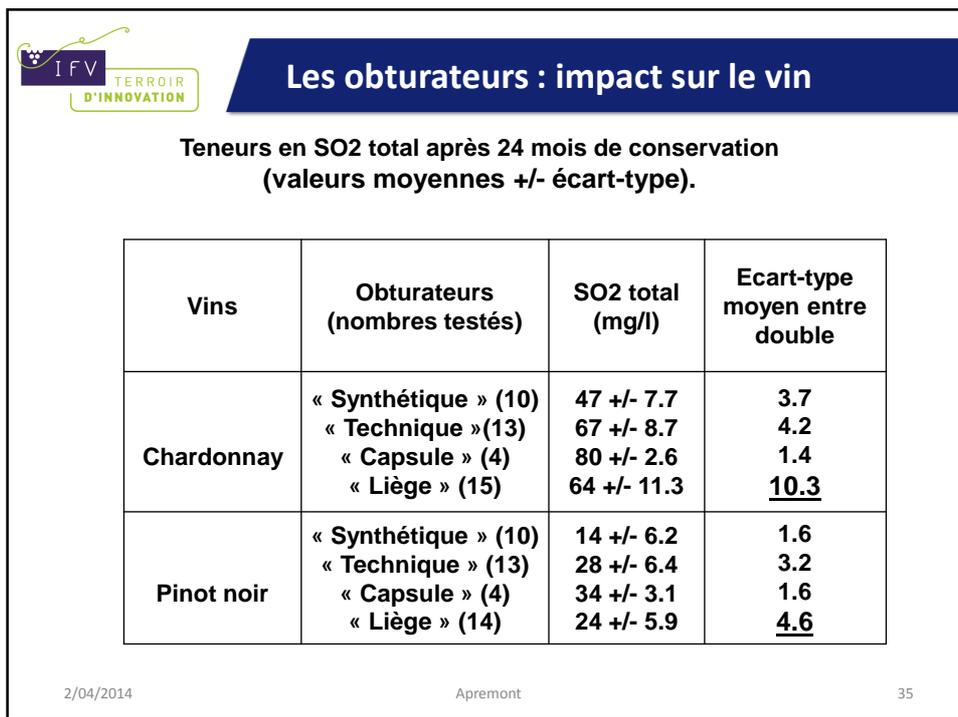
Les obturateurs : impact sur le vin

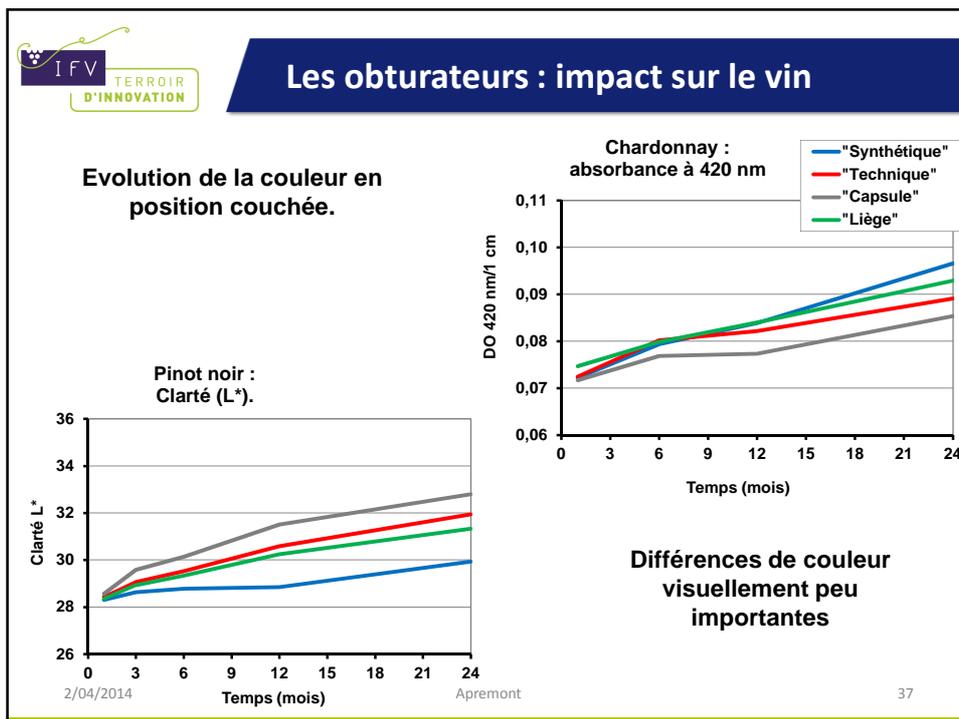
Banc d'essais Obturateurs sur Chardonnay et Pinot noir

| Catégories | Références | Fabricants / Distributeurs |
|--|------------|----------------------------|
| « Synthétique » (sans liège) | 10 | 5 |
| « Technique » (à base de liège) | 13 | 7 |
| « Capsule » (à vis avec joint) | 4 | 2 |
| « Liège » (massif traditionnel) | 15 | 4 |
| Total | 42 | 18 |

Les obturateurs testés sont disponibles en Bourgogne.
Vincent Gerbaux et Jérôme Thomas, IFV, Unité de Beaune

2/04/2014 Apremont 34





IFV TERROIR D'INNOVATION

Les obturateurs aujourd'hui

- Développement de gamme d'OTR
- joints capsules à vis 
- bouchons composites (Diam)
 - Perméabilité au choix
 - Très Faible : 0.07 cm³ / jour
 - Faible : 0.15 cm³ / jour
 - Moyenne : 0.35 cm³ / jour
- Nomacorc 

| | Sifert 700 | Sifert 500 | Sifert 300 | Sifert 100 |
|-------------------------------|--|--|--|--|
| Diamètre | 21 mm | 21.5 mm | 21 mm | 21 mm |
| Longueur | 36,44,47 mm | 36,44,47 mm | 36,44,47 mm | 36,44,47 mm |
| Densité mousse | 0,36 g/cm ³ | 0,35 g/cm ³ | 0,26 g/cm ³ | 0,26 g/cm ³ |
| Densité totale | 0,37 g/cm ³ | 0,35 g/cm ³ | 0,28 g/cm ³ | 0,28 g/cm ³ |
| Impression personnalisable | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Impression des microdots | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Étude d'oxygène par bouteille | 1,72 mg O ₂ après 3 mois 2,24 mg O ₂ après 6 mois 3,4 mg O ₂ après 12 mois 5,1 mg O ₂ par an, après la première année | 1,54 mg O ₂ après 3 mois 2,06 mg O ₂ après 6 mois 3 mg O ₂ après 12 mois 4,7 mg O ₂ par an, après la première année | 1,35 mg O ₂ après 3 mois 1,79 mg O ₂ après 6 mois 2,6 mg O ₂ après 12 mois 3,9 mg O ₂ par an, après la première année | 0,37 mg O ₂ après 3 mois 0,64 mg O ₂ après 6 mois 1,2 mg O ₂ après 12 mois 1,8 mg O ₂ par an, après la première année |

2/04/2014 Apremont 38



Obturateur : outil de management de l'oxygène

- Gamme de « perméabilité » étendue
- Hétérogénéité du liège par rapport aux alternatifs
- Choix en fonction :
 - du vin
 - de sa destination, période de consommation présumée
- Obturateur, élément de préservation des qualités du vin

2/04/2014 Apremont 39



Importance de la maîtrise de l'oxygène

- Au-delà de l'oxygène, la maîtrise des gaz dissous permet de :
 - Préserver les qualités organoleptiques des vins
 - ↗ durée de vie
 - ↘ antioxydants (SO₂, acide ascorbique...)
- Moins O₂ et moins de SO₂ mieux que plus O₂ et plus de SO₂

2/04/2014 Apremont 40