

CONSERVATION DES VINS ROUGE -



STABILISATION DE LA COULEUR ET DU FRUIT

Chinon, le 6 septembre 2022

IFV Centre-Val de Loire – Pascal POUPAULT
pascal.poupault@vignevin.com

Conservation des vins

Les facteurs étudiés

Stockage

Oxygène, niveau de CO₂

Conditions de conditionnement / conservation en bouteille: perméabilité des bouchons / SO₂ / température, oxygène

Incidence du transport : état des lieux et évaluation des conséquences

Indicateurs

SO₂, éthanal, acidité volatile,...

Couleur

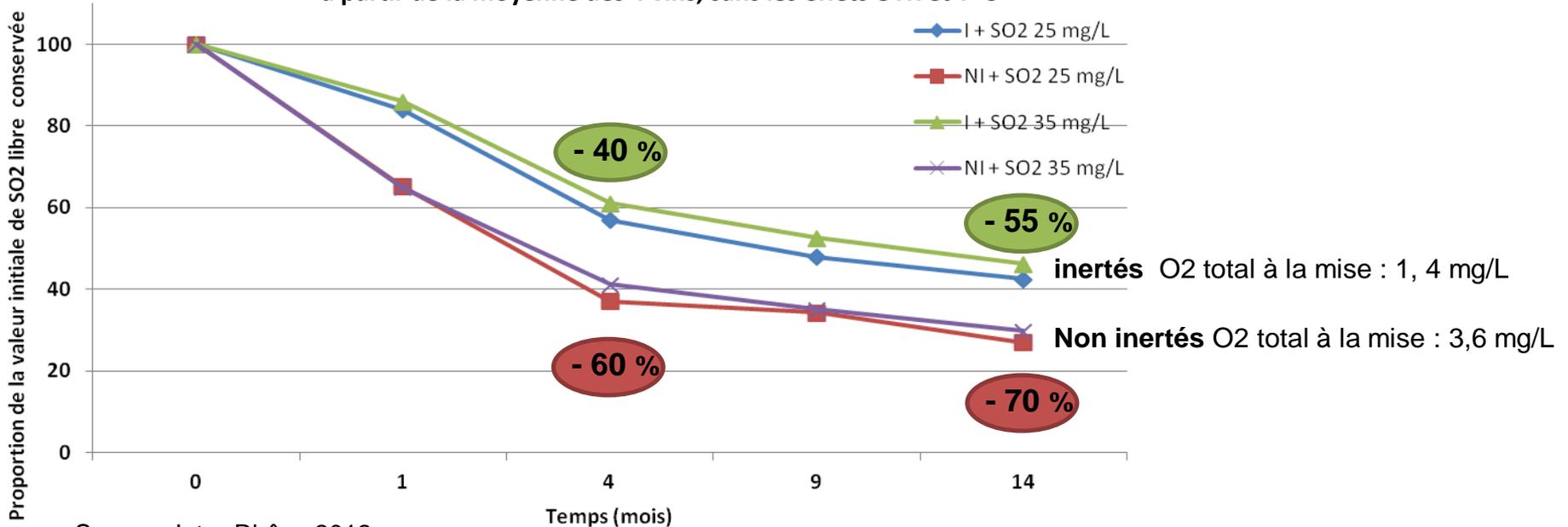
Profils sensoriels

Arômes

matrices de vin : Val de Loire , Bordeaux, Provence, Languedoc, Fronton, Beaujolais, Vallée du Rhône, Tavel

Evolution du SO2 Libre après mise en bouteilles (1)

Evolution du **SO2 libre (% de la valeur initiale)** pour l'ensemble des modalités
-a partir de la moyenne des 4 vins, sans les effets OTR et T°C -

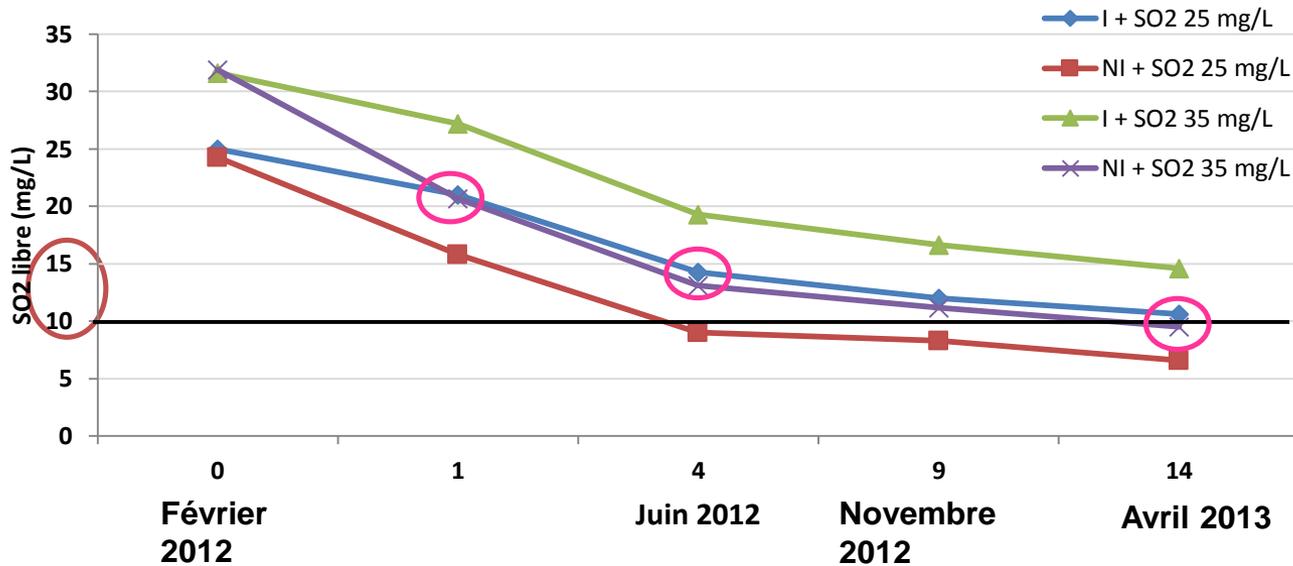


Source : Inter-Rhône 2012

- Les chutes de SO2 libre les plus importantes ont lieu pdt les 4/5 premiers mois
- Les mises inertées favorisent un maintien du niveau de SO2 libre au cours du temps
- Tendence : chute du SO2 libre plus marquée si T°C stockage haute

Evolution du SO2 Libre après mise en bouteilles (2)

Evolution du **SO2 libre (en mg/L)** pour l'ensemble des modalités
 - a partir de la moyenne des 4 vins, sans les effets OTR et T°C -



Source : Inter-Rhône 2012

L'idéal : un maintien d'un **minimum de 10 mg/L de SO2 libre** au moment de la consommation du vin...

9 mois après la mise toutes les modalités sont déjà entre **10 et 15 mg/l** de SO2 libre

Sauf : Inertées + **SO2 35 mg/L**

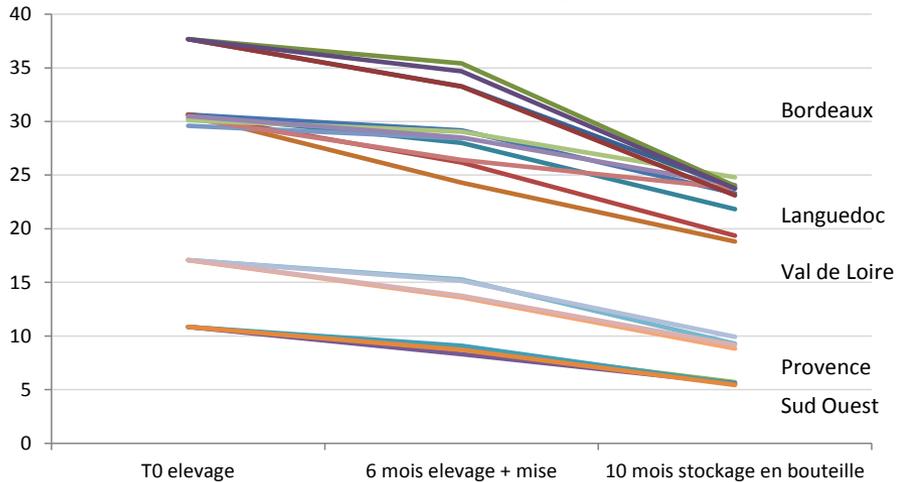
Le niveau de SO2 libre

14 mois après mise « **SO2 35 mg/L** » = **4 mois** après mise « **SO2 25 mg/L** »

Suivi de la couleur des vins rosés au cours de l'élevage

a* Rouge corrigé

Evolution de la couleur durant l'élevage puis le stockage en bouteille

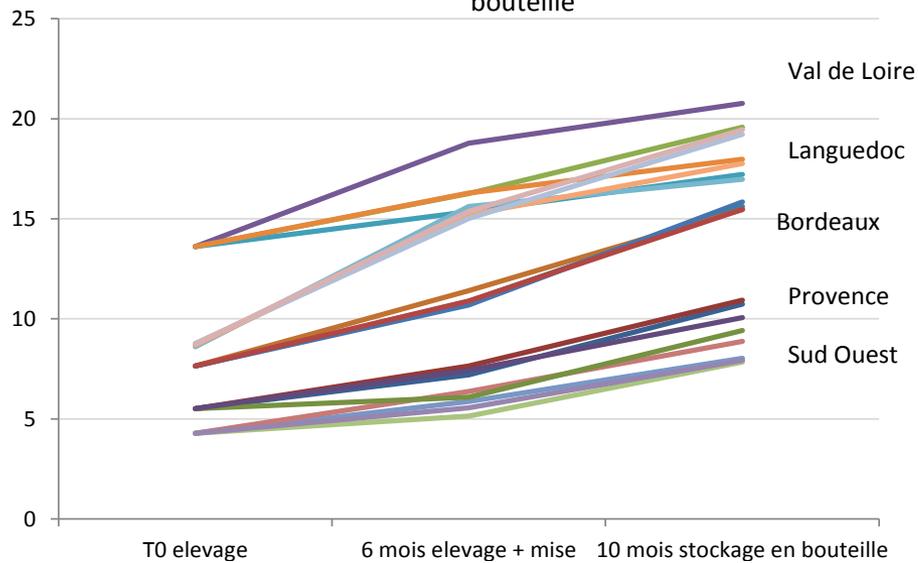


- Des tendances générales pour toutes les matrices au cours du temps
 - Diminution de la couleur rouge : oxydation/réorganisation des composés qui participent à la couleur rouge
 - Augmentation de la couleur jaune
- Des phénomènes induits en élevage qui se prolongent après conditionnement

- Evolution différentes selon les régions

b* Jaune

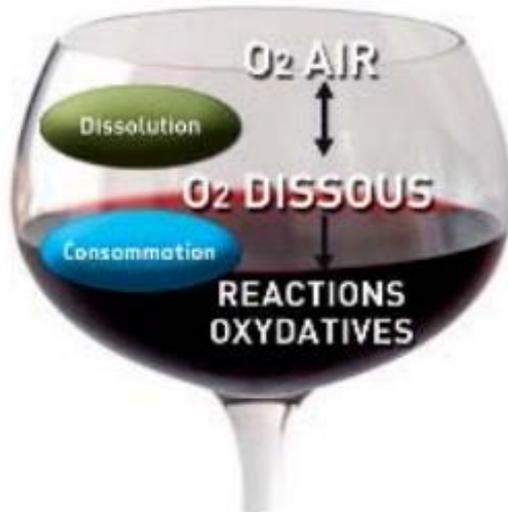
Evolution de la couleur durant l'élevage puis le stockage en bouteille



Conservation des vins rouges : les points clé

- Oxygène dissous
- SO₂
- Inertage
- Température et hygrométrie
- Indicateurs
- Equilibre oxydo-réduction

Oxygène dissous



Deux formes d'oxygène dosables :

- L'oxygène de l'air
 - Oxygène contenu dans l'air au-dessus du vin dans une cuve en vidange
 - Oxygène contenu dans l'espace de tête (entre le vin et le bouchon ou le robinet du BIB)
- L'oxygène dissous dans le vin

Figure 1 : Les différentes formes de l'oxygène

1.1 Solubilité de l'oxygène

Un gaz au contact d'un liquide, y diffuse progressivement jusqu'à saturation.

La solubilité de l'oxygène obéit à la loi de la pression partielle d'un gaz dans un liquide.

L'oxygène est peu soluble comparativement au dioxyde de carbone (CO₂).

La pression partielle de l'oxygène à l'équilibre dans le vin saturé d'air, à 20°C et à pression normale (1013 hPa), est 206 hPa.

Dans ces conditions, le vin **solubilise au maximum 0,6 % d'oxygène** soit 6 mL/L ou encore **8,4 mg/L d'oxygène.**

Oxygène dissous

1.2 Dissolution de l'oxygène

Les facteurs aggravants sont :

- L'augmentation de la surface de contact air-vin
- Une émulsion fine et persistante
- De basses températures

L'oxygène dissous est en état instable dans le temps et est progressivement consommé par divers composés. C'est la seule forme d'oxygène dosable dans le vin. Il est donc impératif d'effectuer l'**analyse immédiatement après manipulation** du vin (pompage, filtration, conditionnement, etc.), si possible **sur site**, car tout mouvement de l'échantillon fausse le résultat.

1.3 Consommation de l'oxygène dans le vin

D'II

Une fois l'**oxygène consommé**, il devient **impossible à doser**. Par contre, il est associé à des molécules et continue d'avoir des effets oxydants.

Les éléments qui favorisent la consommation de l'oxygène sont :

- Les températures élevées
- La présence de polyphénols
- La présence de lies de levures

En consommant de l'oxygène, **les lies et les polyphénols protègent** les autres constituants du vin de l'oxydation.

Tableau 1 : Temps de consommation de l'oxygène par un vin rouge saturé en oxygène, en fonction de la température. (source : Moutounet)

Température (°C)	13	17	20	30
Temps de consommation de 8.4 mg/L	25 jours	18 jours	4 jours	3 jours



A SAVOIR : La capacité de consommation d'oxygène cumulée, au cours de la vie des vins, est très élevée. Variable d'un vin à l'autre, elle est comprise entre 80 mg/L pour les vins blancs ordinaires et 800 mg/L (équivalent à environ 100 soutirages) pour les vins rouges « concentrés ». La capacité de consommation est souvent supérieure aux besoins du vin. De plus, la vitesse d'absorption est de plus en plus élevée au cours des apports.

Oxygène dissous

2.2 Risques liés à des variations de température indésirables

En phase d'élevage :

- manipuler un vin à **moins de 13°C** risque d'entraîner une **dissolution importante** de l'oxygène
- stocker un vin à **plus de 17°C** risque d'entraîner une **consommation trop rapide** de l'oxygène.

Toute variation de température entraîne une variation de volume du vin : si la température diminue, le volume diminue, avec pour conséquence un risque de vidange, d'entrée d'air et d'apparition de fleur.

Oxygène dissous

2.3 Solutions pratiques

Lors des phases de récolte et de vinification, la prise en compte de la dissolution de l'oxygène en fonction de la température n'est pas primordiale :

- Adapter la température en fonction du produit souhaité.
- Protéger les jus par des moyens physiques adaptés (voir fiche n°2).

En phase de clarification et d'élevage, durant l'hiver :

- Maintenir les vins à température basse (8 à 12°C) pour permettre les différentes précipitations et favoriser la stabilisation. Protéger le vin de tout contact avec l'oxygène, notamment au cours de transferts (voir fiche n°5).
- **Ne pas aérer un vin à moins de 8°C.**
- Privilégier des températures supérieures à 13°C lors d'une manipulation, afin de limiter la dissolution d'oxygène.

En dehors des périodes hivernales, conserver les vins à température constante idéalement entre 12 et 15°C.

SO₂

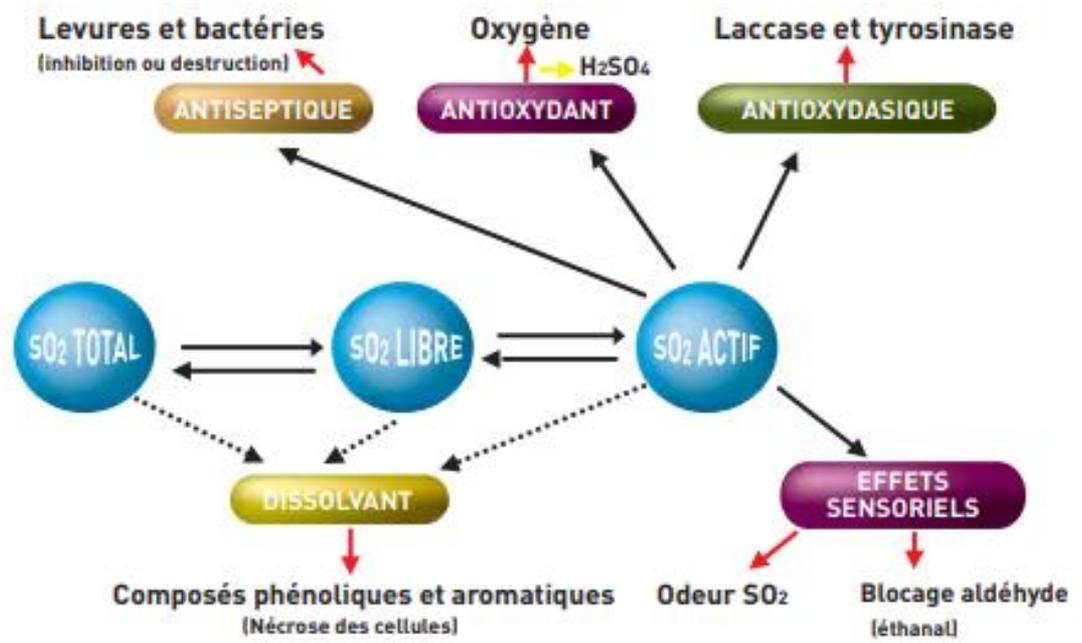


Figure 2 : Les effets du SO₂ (source : Jacques Blouin).

<p>SO₂ libre Forme plus importante si pH bas (3,20 à 3,40) température élevée (>25°C).</p>	<p>SO₂ combiné Forme plus importante si pH haut (3,40 à 3,90) température basse (<25°C).</p>
--	--

Le SO₂ actif est une petite fraction du SO₂ libre qui représente la fraction active du SO₂, fonction du pH, du degré et de la température.

SO₂

Elaborer des vins issus de vendanges très mûres implique des précautions, car de manière générale le pH du vin est élevé (proche de 4), par conséquent la fraction de SO₂ actif est faible.

- Conserver des vins de pH > 3,8 avec des doses de **SO₂ libre > 25 mg/L**.
- Apporter massivement le SO₂ en **fin de fermentation malolactique**, de l'ordre de **3 à 4 g/hL**, et en une seule fois, pour que le sulfitage ait un effet bactéricide efficace.

Un sulfitage à 4 g/hL est plus efficace que deux sulfitages à 2 g/hL.

- **Sulfiter tôt et avant toute manipulation** de vin, de sorte que le SO₂ bloque les premières réactions chimiques et enzymatiques d'oxydation. Il agit peu en curatif.

Tableau 2 : Préconisations et doses d'emploi du SO₂

Etape	Dose de SO ₂	Conseils
A la fin de la FML	3 à 4 g/hL	Contrôler par l'analyse les doses de SO ₂ libre et total.
Au cours de l'élevage	Maintenir le SO ₂ libre à 25 mg/L	Tenir compte des valeurs de pH et des températures de stockage.
Lors des transferts de vin	1 g/hL pour éviter l'oxydation	Mesurer l'oxygène dissous pour affiner le sulfitage.
Lors du conditionnement	Viser 30 mg/L de SO ₂ libre dans la bouteille	S'assurer de la stabilité du SO₂ libre plusieurs jours avant conditionnement . Dose à ajuster en fonction de la taille et du type de conditionnement.

SO₂



A SAVOIR : L'oxygène dissous affecte la teneur en SO₂ libre et en SO₂ total. Une teneur en SO₂ total diminuée signifie que les phénomènes d'oxydation ont atteint un niveau de gravité élevé. C'est un paramètre aussi important à surveiller que le SO₂ libre.

En milieu aqueux, 8 mg/L d'oxygène oxydent 32 mg/L de SO₂ et produisent 49 mg/L d'acide sulfurique, dans le mois qui suit l'apport. Cependant, le vin étant un milieu complexe, cette équation ne s'applique pas exactement, et dans la pratique on constate qu'1 mg/L d'oxygène dissous dans le vin oxyde 1 à 4 mg/L de SO₂.



A SAVOIR : Depuis le 1er août 2009, les teneurs maximales légales en SO₂ total sont 150 mg/L pour les vins rouges, 200 mg/L pour les vins blancs et rosés secs.

Inertage

L'inertage est la mise du vin sous gaz inerte limitant toute dissolution d'oxygène.

- L'inertage constitue la **seule véritable solution préventive**, car il empêche le vin d'entrer en contact avec l'oxygène.
- Il protège des déviations microbiennes aérobies, comme la piqûre acétique.
- Il est un outil de gestion des cuves en vidange et de protection du vin lors des transferts.

La concentration en oxygène dans l'air est de 21 %. La réduire à 1 % dans le ciel gazeux d'un contenant permet de minimiser son impact sur la qualité du vin. Et abaisser la concentration jusqu'à 0,5 % permet d'éviter toute formation de fleur à la surface du vin.

Inertage

Tableau 1 : Les gaz inertes utilisés en œnologie

	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
<p>L'azote (N₂)</p> <p>est le gaz inerte le plus utilisé actuellement en œnologie</p>	<p>Densité proche de celle de l'air</p> <p>Inodore, incolore</p>	<p>Economique</p> <p>Inerte</p> <p>Se dissout peu dans le vin</p>	<p>Potentiellement asphyxiant dès que O₂ < 17%</p> <p>Risque d'assécher le vin et de dégazer du CO₂</p>
<p>Le dioxyde de carbone (CO₂)</p> <p>Sous forme de gaz, neige carbonique ou carboglace (briques et bâtonnets)</p>	<p>Densité : 1,5 fois celle de l'air</p> <p>Incolore</p> <p>Inodore à faible concentration</p> <p>Très soluble</p>	<p>Inerte</p> <p>Facile à utiliser : plus lourd que l'air, il a tendance à rester à la surface du vin</p>	<p>Gaz mortel</p> <p>En utilisation pure, risque de sur-carbonatation car le CO₂ est très soluble dans le vin.</p>
<p>L'argon (Ar)</p> <p>est naturellement présent dans l'air à une concentration d'environ 1%</p>	<p>Densité : 1,4 fois celle de l'air</p> <p>Incolore</p> <p>Inodore</p>	<p>Inerte</p> <p>Plus lourd que l'air</p> <p>Peu soluble dans le vin</p>	<p>Encore plus cher que l'azote et le CO₂</p>

Inertage



A SAVOIR : 1 mol de gaz occupe un volume de 23,6 L à 15°C

1 m³ ↔ 1,18 kg d'azote ↔ 1,68 kg d'argon ↔ 1,87 kg de CO₂

3.1.2.1 Azote

En théorie il faut 1,18 kg d'azote pour remplacer 1m³ d'air. En pratique, il faut 4 à 7 fois cette quantité, à cause des turbulences du gaz créées lors de l'injection de ce gaz dans le ciel gazeux de la cuve.

La meilleure façon de mettre en œuvre l'inertage à l'azote est d'utiliser le **système de surpression** décrit dans le paragraphe suivant.

La mise en œuvre de l'inertage par balayage à l'azote ne permet pas de descendre au dessous de 2 % d'oxygène résiduel, du fait de sa densité proche de l'air et des turbulences.

Inertage

3.1.2.2 Dioxyde de carbone gazeux

En théorie il faut 1,87 kg de CO₂ pour remplacer 1 m³ d'air. En pratique, si l'on utilise du CO₂ pur, il faut injecter 2 à 3 fois le volume correspondant au volume de ciel gazeux à inertier, pour compenser le CO₂ qui se dissout dans le vin. Dans ce cas, si la cuve n'est pas totalement hermétique, de l'air entre dans la cuve pour remplacer le CO₂ dissous.

Il ne faut pas non plus compter trop longtemps sur **l'effet « couverture » du CO₂** : au bout d'un moment, par phénomène d'osmose, l'oxygène éventuellement présent entre au contact du vin. L'inertage au CO₂ reste donc une **solution à court terme**.

Transfert par poussée au gaz inerte

Préférer ici l'azote, plus économique et moins soluble.

CO2 dissous

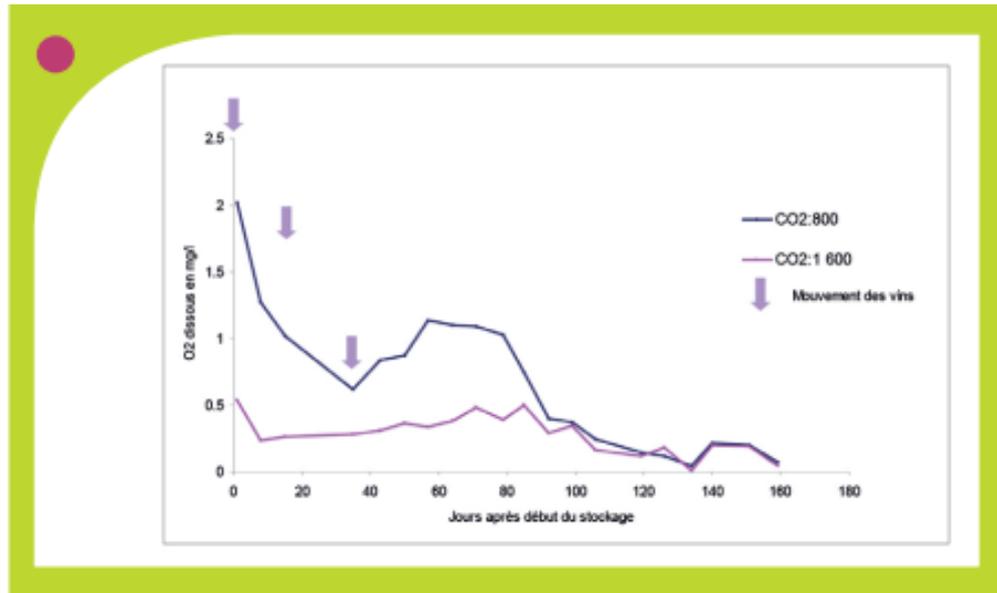


Figure 11 : Impact du CO₂ dissous sur la dissolution d'oxygène dans les vins. Syrah languedocienne 2012.

La vitesse de dissolution de l'oxygène est réduite par la présence d'une forte teneur en CO₂. La quantité d'oxygène transférée pour une opération à venir est moindre.

La présence de CO₂ fait évoluer moins rapidement la couleur jaune. Effet limité, pas de DS à l'analyse sensorielle.

Transfert

- ✓ **Démarrer et finir le pompage à vitesse réduite** : le risque de dissolution est maximum au démarrage et à l'arrêt du pompage à cause des turbulences occasionnées par la mise en mouvement du vin dans les tuyaux.



A SAVOIR : Au cours du pompage, pour éviter au maximum les turbulences, veiller à ce que la vitesse linéaire V dans la tuyauterie soit au maximum de 1,5 m/s.

Calcul simplifié : $V=35,4xd/a^2$, où d =débit d'écoulement en hL/h, a =diamètre du tuyau en mm

Limiter la longueur des tuyaux et le nombre de raccords. Vérifier l'état des joints.

Inerter les tuyaux avant tout pompage, avant que le vin ne « pousse » l'air dans les tuyaux d'acheminement. Cet inertage se fait à l'aide d'un gaz (CO₂, azote, argon). Dans le cas de très longues canalisations, l'eau est utilisée pour « pousser » l'air. Veiller à ce que cette pratique n'entraîne pas de mouillage.

Inerter entièrement la cuve de réception. Se limiter à un coussin de gaz pour les cuves de très grande contenance.

Remplir la cuve par le bas.

Eviter tout « effet venturi » provoqué par des raccords inadaptés ou mal serrés. Ce phénomène de prise d'air en continu durant le pompage peut générer des apports très importants d'oxygène.

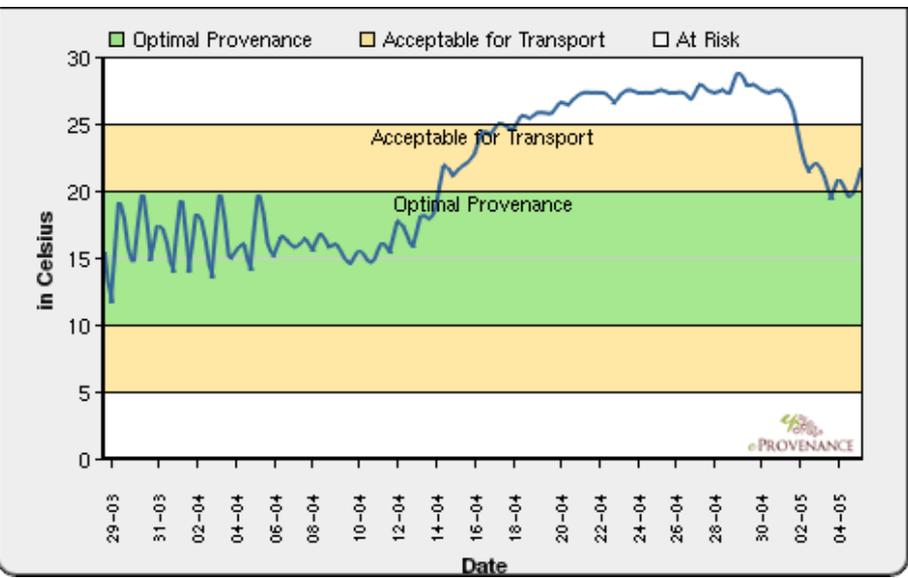
Exposition au cours du transport

Relevés en conditions réelles :

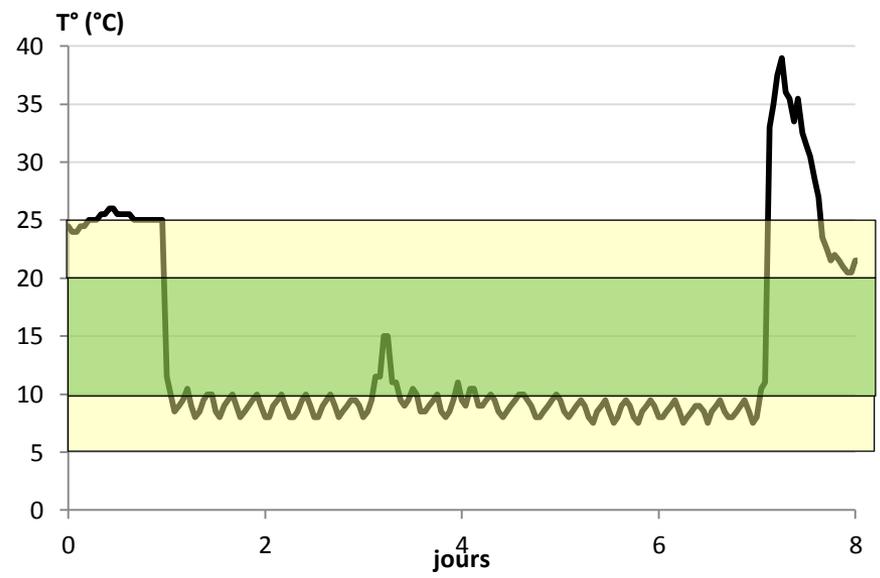
Seul le transport frigorifique garantit la stabilité de la température -> sensibilisation des personnes responsables des étapes de chargement et déchargement

Le transport maritime qui nécessite le passage à l'équateur (hémisphère sud, chine, japon ...) est systématiquement à risque (variation de température de plus de 10°C).

La saison influence les destinations plus proches (Europe, EU) avec des températures inférieures à 10°C ou supérieures à 20°C selon la saison.



Relevés Inter Rhône & @provenance
 CHINE 2012
 28/03 Départ - 05/05 Déchargement à Shanghai



Relevés Centre du Rosé
 Nord de la France 2012 – camion réfrigéré
 13/08 Départ - 21/08 Déchargement

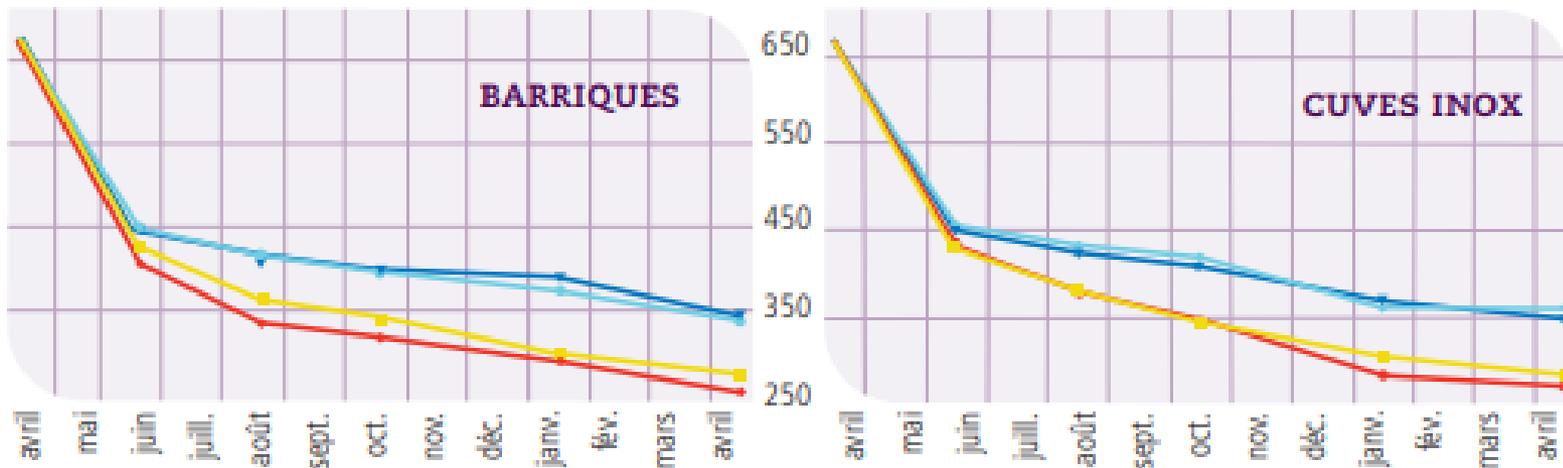
Pour résumer

- Pour prolonger la durée de vie des vins en élevage :
Maintenir un niveau de SO_2 suffisant et une température d'élevage stable et plutôt fraîche
 - ➔ Permet de réduire l'ampleur des phénomènes d'évolution
(limiter apparition couleur jaune, préserver couleur rouge et arômes des vins)
- Facteur SO_2 libre en cours d'élevage = élément déterminant
- Autres pistes étudiées pour préserver la fraîcheur des vins: collage, copeaux, gomme arabique,... Résultats en cours.

Impact sur la couleur

- 22 °C - 80 % HR
- 12 °C - 80 % HR
- 22 °C - 55 % HR
- 12 °C - 55 % HR

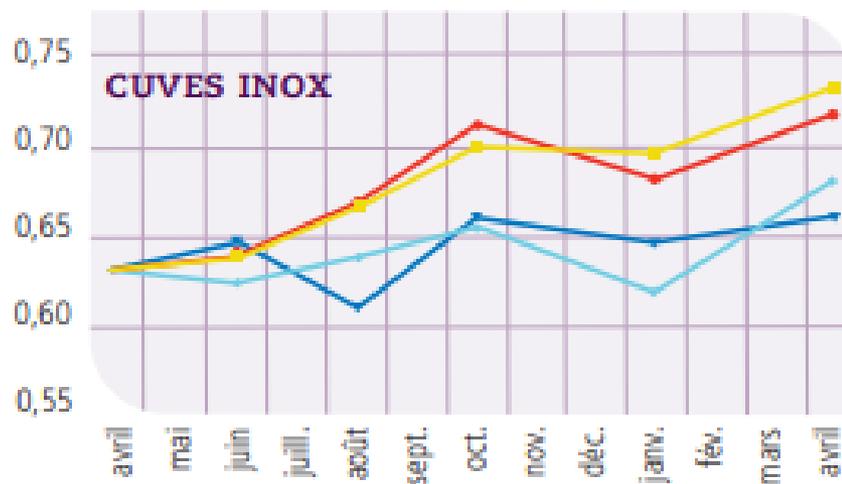
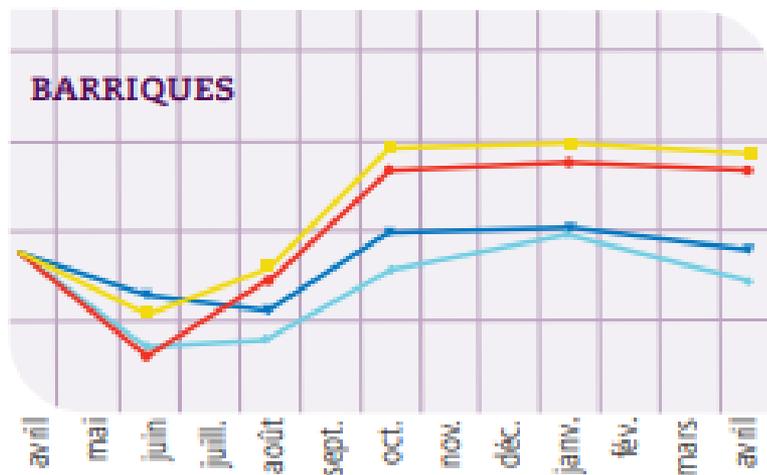
Évolution des anthocyanes libres sur 1 an d'élevage en conditions contrôlées (en mg/L)



Température et hygrométrie

- 22 °C - 80 % HR
- 12 °C - 80 % HR
- 22 °C - 55 % HR
- 12 °C - 55 % HR

Évolution de la teinte sur 1 an d'élevage en conditions contrôlées



Température et hygrométrie

Impact sur la couleur

Conditions hygrothermiques de différents types de chais simulés

Construction en pierres (60 cm) avec isolation

Très forte inertie thermique

Variations saisonnières (+ ou - 8 °C)

Construction en briques avec isolation de la toiture

Forte inertie thermique

Variations décadaires (+ ou - 2 °C) + saisonnières

Enterré de type carrière

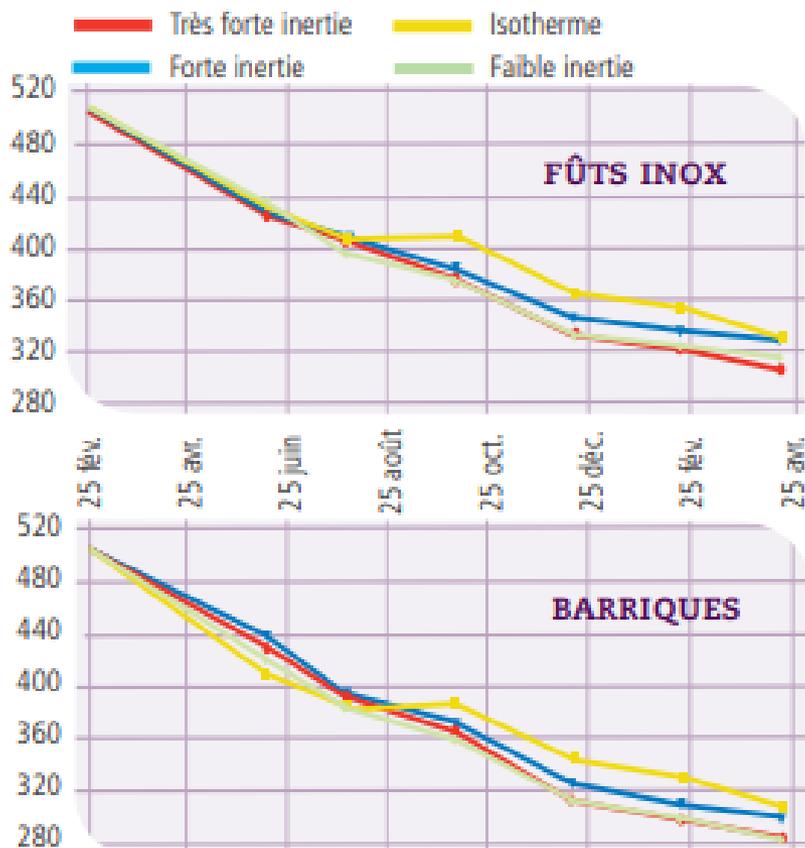
Isotherme Aucune variation

Hangar

Faible inertie thermique

Variations quotidiennes (+ ou - 3 °C) + décadaires + saisonnières

Évolution de la teneur en anthocyanes libres (en mg/L)



Température et hygrométrie

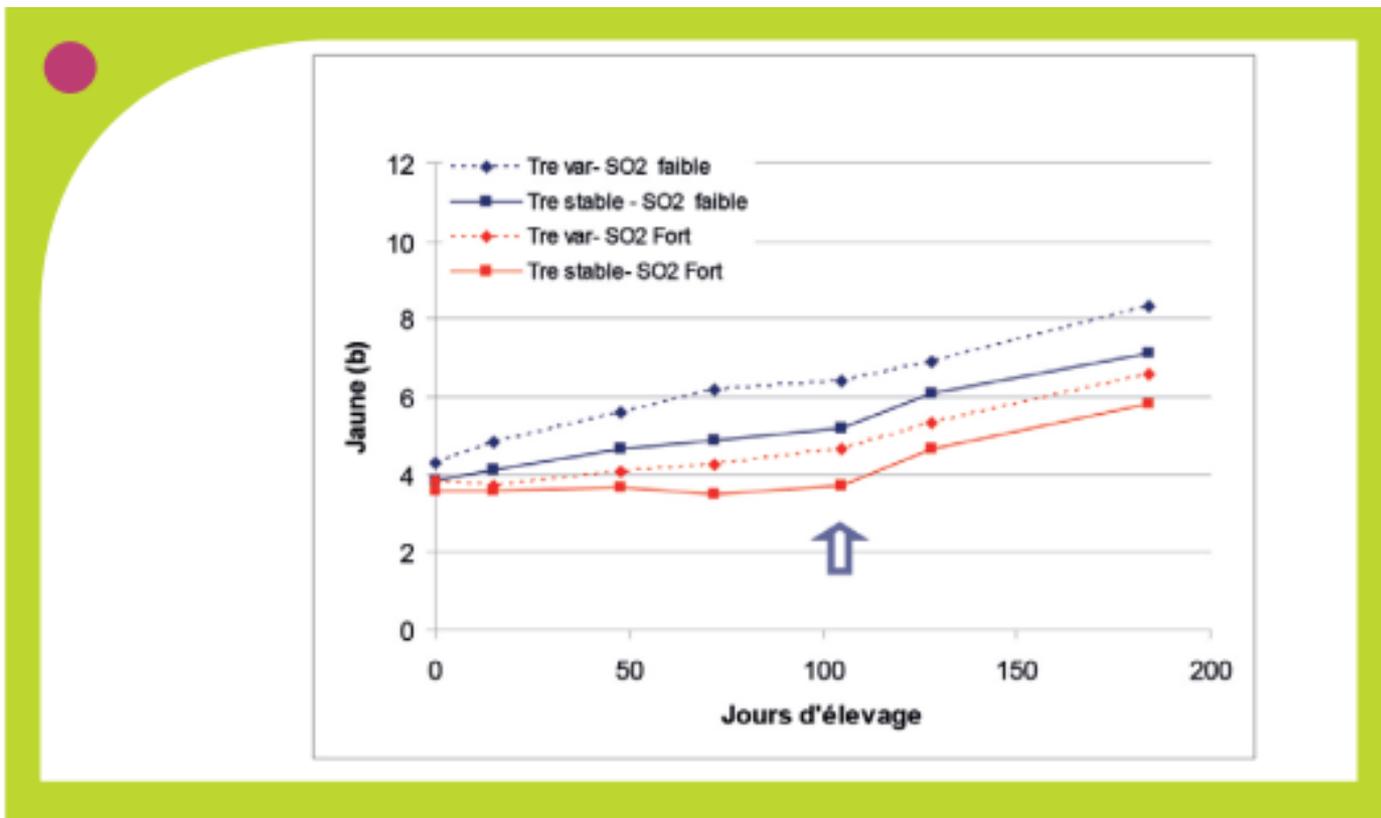
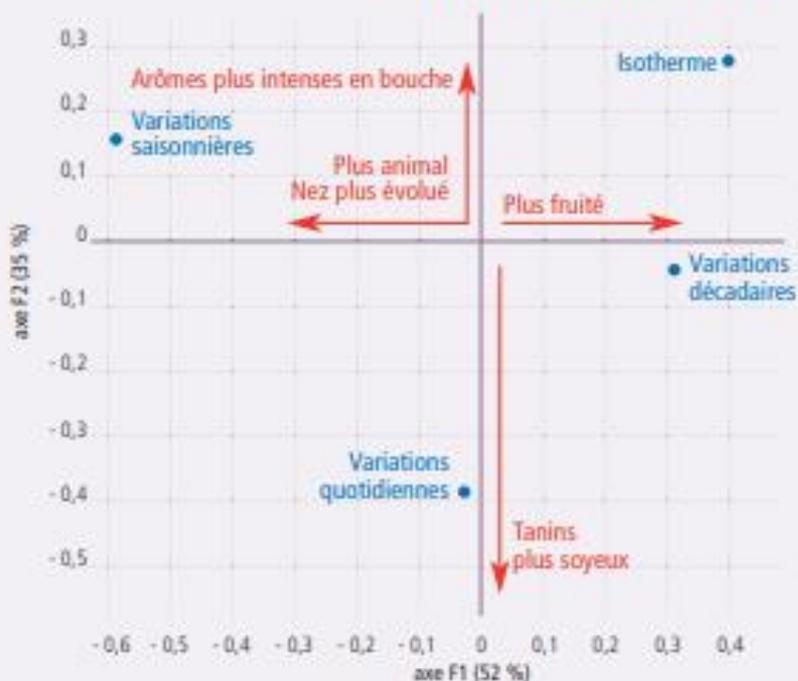


Figure 4 : Impact du régime thermique et de la protection par le SO₂ sur l'évolution de la couleur des vins- Moyenne de 6 matrices 2011

Température et hygrométrie



Analyse en composantes principales d'un bordeaux 2002



Les dégustations réalisées après un an de conservation supplémentaire en bouteilles montrent que le vin ayant subi des variations quotidiennes en cours d'élevage présente un arôme et une couleur évolués et retrouve des tanins agressifs.

EXEMPLE

Dégustation d'un vin en appellation bordeaux, millésime 2002 après 1 an de conservation en fûts inox (avril 2004).

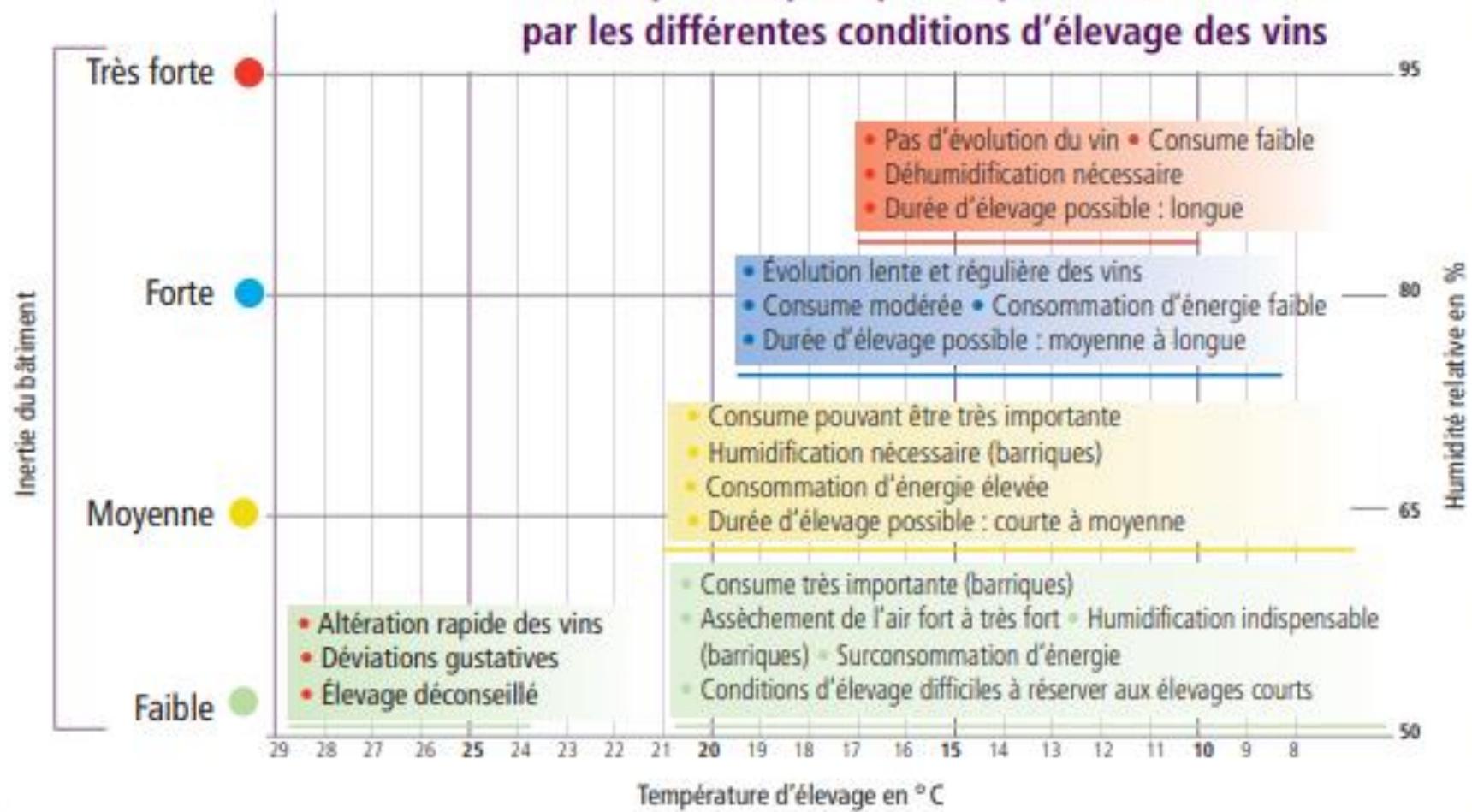
Variations de température importantes et fréquentes



Diminution de la couleur rouge, de l'intensité aromatique et augmentation de l'évolution des tanins ainsi que de la consume

Température et hygrométrie

Conséquences pratiques et possibilités offertes par les différentes conditions d'élevage des vins



Pour un vin de consommation rapide

Fruité Élevage en cuves

Vin de départ
Équilibré

Objectifs

- Préserver la couleur et le potentiel aromatique
- **Conditions d'élevage**
- Faibles variations des températures
- Température moyenne basse

Vin de départ
Agressif
Sec

Objectifs

- Assouplir les tanins
- **Conditions d'élevage**
- Variations des températures importantes
- Température moyenne élevée

Attention : ces conditions risquent d'entraîner une perte de couleur et une évolution importante des arômes

Boisé Élevage en barriques

Objectifs

- Extraire les arômes boisés • Limiter la consume
- **Conditions d'élevage**
- Faibles variations des températures
- Température moyenne importante en début d'élevage, faible ensuite • Humidité forte

Objectifs

- Extraire les arômes boisés • Assouplir les tanins
- **Conditions d'élevage**
- Variations des températures importantes
- Température moyen. élevée • Humidité moyen.

Attention : ces conditions risquent d'entraîner une perte de couleur, une évolution importante des arômes et une consume importante

Pour un vin de garde

Fruité Élevage en cuves

Vin de départ
Équilibré

Objectifs

- Préserver la couleur et le potentiel aromatique
- **Conditions d'élevage**
- Faibles variations des températures
- Température moyenne basse

Vin de départ
Agressif
Sec

Impossible à réaliser

Les températures à respecter pour assouplir les tanins vont entraîner une évolution trop rapide des arômes

Boisé Élevage en barriques

Objectifs

- Extraire les arômes boisés • Limiter la consume
- **Conditions d'élevage**
- Faibles variations des températures
- Température faible • Humidité forte

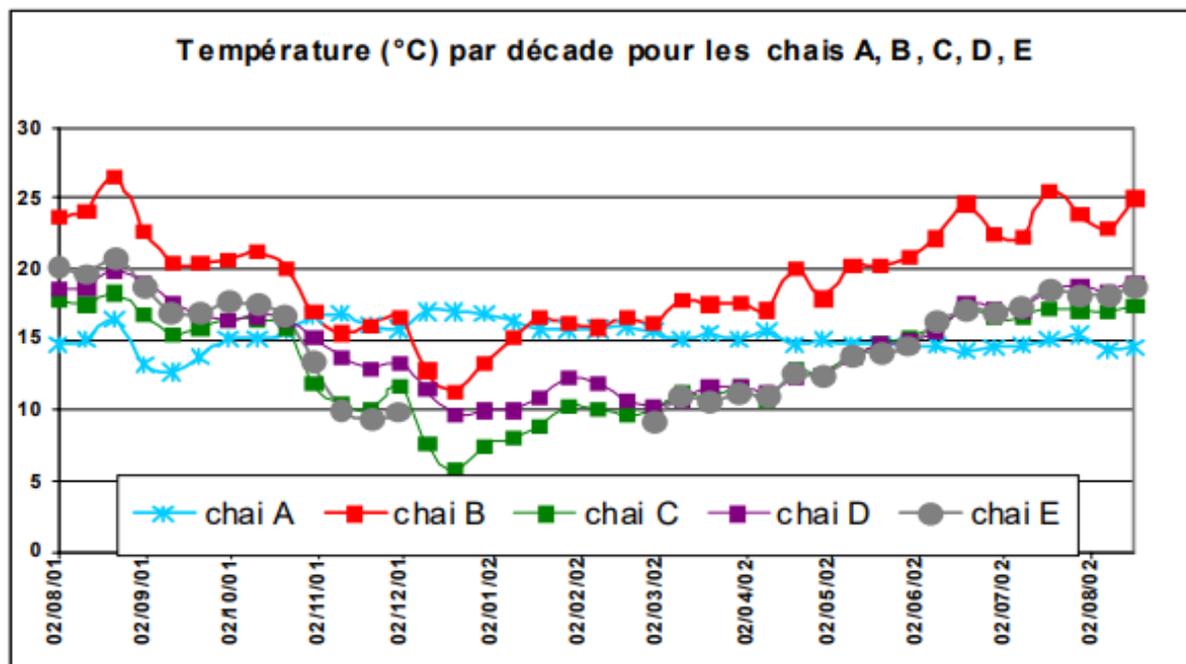
Objectifs

- Extraire les arômes boisés • Assouplir les tanins
- **Conditions d'élevage**
- Faibles variations des températures
- Humidité moyenne
- Température moyenne assez élevée

Attention : ces conditions risquent d'entraîner une consume importante

Température et hygrométrie

Sites	Chais de stockage
Site A	Climatisé entre 12 et 16 °C
Site B	<u>Non isolé</u> stockage en partie haute
Site C	Pierre, toiture isolé, écrêté en été à 17 °C
Site D	Monomur, toiture isolé, "free colling"
Site E	Béton, grande hauteur, toiture non isolé, pas de murs extérieurs, infiltrations d'air importantes



Sites	Chais de stockage
Site A	Climatisé entre 12 et 16 °C
Site B	<u>Non isolé</u> stockage en partie haute
Site C	Pierre, toiture isolé, écrêté en été à 17 °C
Site D	Monomur, toiture isolé, "free colling"
Site E	Béton, grande hauteur, toiture non isolé, pas de murs extérieurs, infiltrations d'air importantes

La dégustation confirme ces résultats :

Les vins qui ont subit le plus de variations de températures (chai B et chai E) semblent plus évolués mais aussi plus déséquilibrés que les autres vins.

Les préférences des dégustateurs vont vers les vins conservés dans les chais C et A. Ce sont des chais qui ont des variations de températures entre heures, qui subissent les variations saisonnières mais qui amortissent les variations entre jours. Ils ont de plus une moyenne des températures sur la période étudiée assez faible (12,74 °C pour C et 15,6 °C pour A).

variations de températures + longues périodes de températures > 20 °C

- ⇒ vin plus évolué
- ⇒ vin plus déséquilibré

Vin du chai B rejeté

Préférences non significatives vers les vins des chais C et A.

A retenir....

Intérêt de maintenir les vins à une température fraîche et stable pour réduire l'ampleur des phénomènes d'oxydation.

Des cycles de refroidissement-réchauffement favorisent des cycles de dissolution-consommation de l'oxygène.

Les conditions thermiques stables ne suffisent pas à compenser totalement les évolutions liées à une couverture en SO₂ libre insuffisante. Le facteur SO₂ libre apparaît comme l'élément déterminant dans la réduction de l'évolution des vins.

Pour les vins amenés à bouger (relogement), le maintien d'un niveau élevé de CO₂ est recommandé pour réduire la vitesse de dissolution de l'oxygène et le jaunissement.

**Merci de votre
attention**