



L'oxygène dissout, de la théorie à la brasserie

Congrès AMBQ 2018



Diagnostic en oxygène dissout

Service offert par le biais du
CDBQ

12 diagnostics réalisés

Petites et grandes brasseries

Bouteilles, canettes,
growlers

cdbq.net



<https://www.anton-paar.com/be-fr/produits/details/analyseur-de-co2-carboqc/>



CDBQ

Centre de Développement
Bioalimentaire du Québec

Quebec Agrifood Innovation Center

Question?

Comment maintenir la stabilité aromatique de la bière?



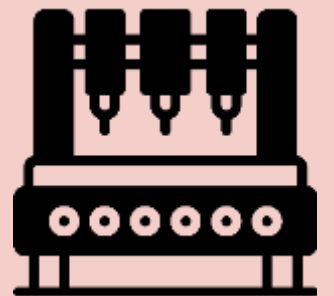
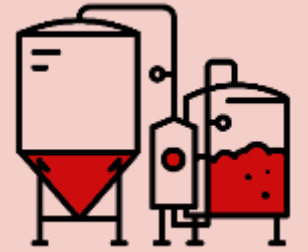
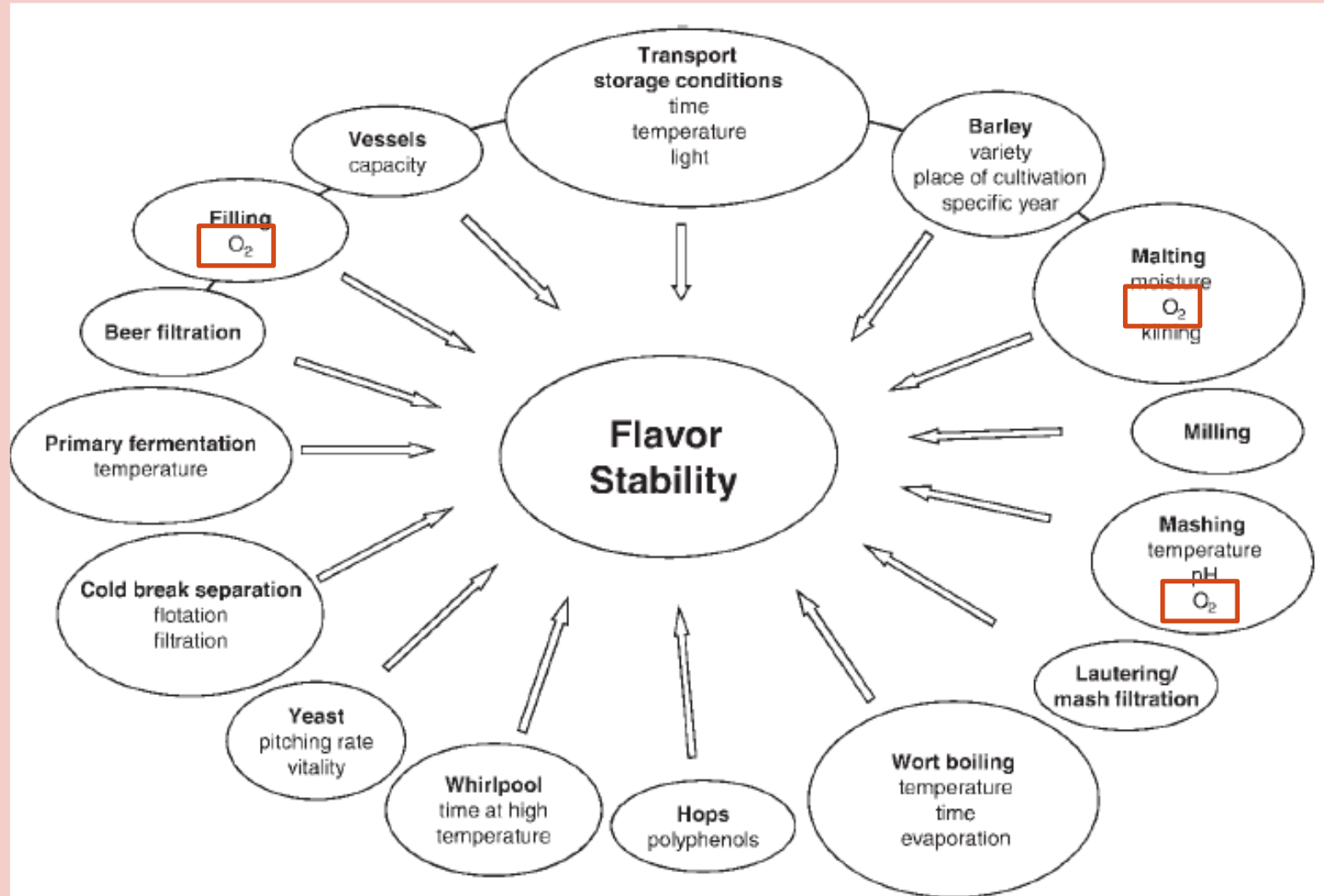
=

ou

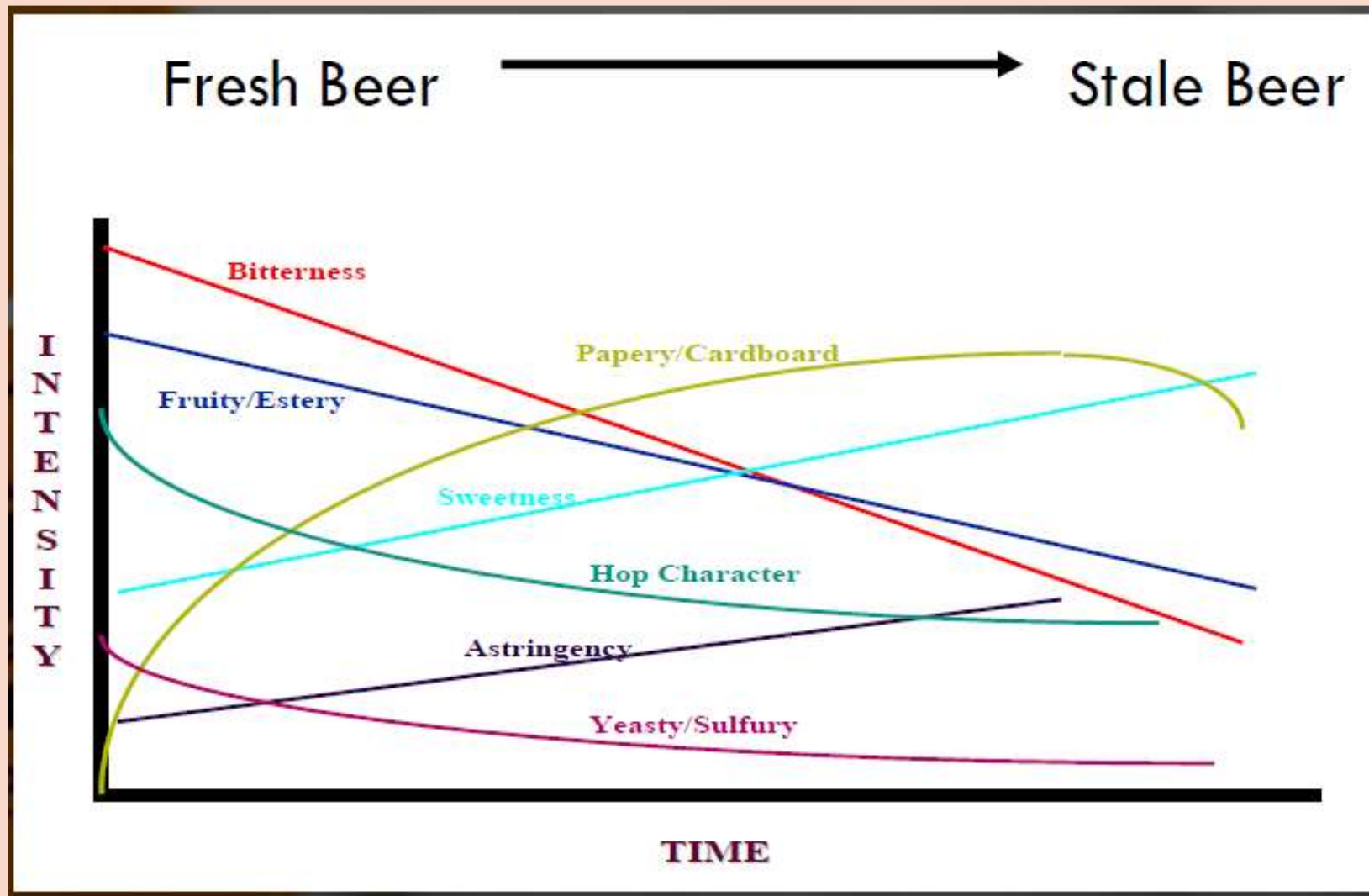
≠



Stabilité aromatique de la bière



Stabilité aromatique de la bière



Question?

L'oxydation, goûts et arômes
caractéristiques?



Stabilité aromatique de la bière

Arômes générées par l'oxydation de la bière

Amande

Sherry

Miel

Biscuit Grahams

Cuir

« Dullness »

Fade Vide Ennuyeux

Stabilité aromatique de la bière

« Staling Process »

=

Rance, éventé, carton mouillé

=

**Perte de l'harmonie aromatique de la
bière**

Stabilité aromatique de la bière

Le « Staling Process » se définit comme une oxydation des composés naturels de la bière

- Alcools supérieurs, mélanoïdines, acides aminés, acides gras, résines du houblon,...



Stabilité aromatique de la bière

Composé aromatique	Seuil de détection (ppb)	Arôme	Type de bière
Trans - 2 - nonadienal	0,1	Carton, papier, oxydation	Bière pale et légère
Methional	4,0	Purée de pomme de terre, levure autolysée, nourriture pour animaux	Bière de blé
β -Damascenone	25,0	Baies rouges, tabac	Bière houblonnée

Facteurs « oxydants »



Facteurs

Oxygène

Température

Minéraux (Cu, Fe, Zn, Mn...)

Facteurs « antioxydants »

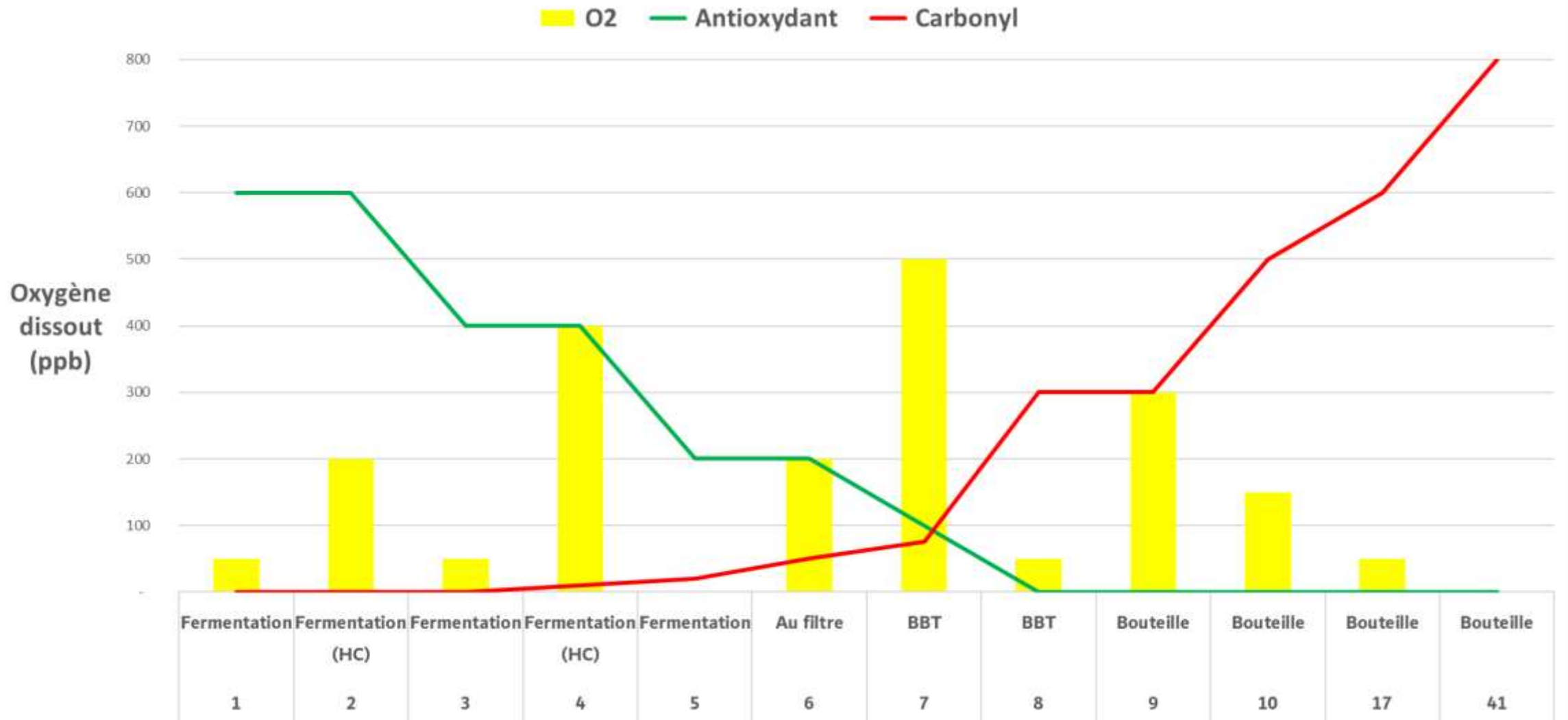
Facteur	Source
Polyphénols	Malt et houblon
Dioxyde de soufre/ « Sulfite » (SO_2)	Fermentation (Co-produit de la levure)
Consommation de l'oxygène par les levures	Levures

Oxygène dissout

Étape	O ₂ dissout (ppb*) = DO
Mout avant inoculation des levures	0–25
Durant la fermentation	<10
Filtration	<50
BBT	<50
En ligne sur la remplisseuse	<50
Bouteille et keg	<50
Canette	<60

Étape	O ₂ dissout (ppb*) = TPO
Bouteilles et canettes	<150

Oxygène dissout



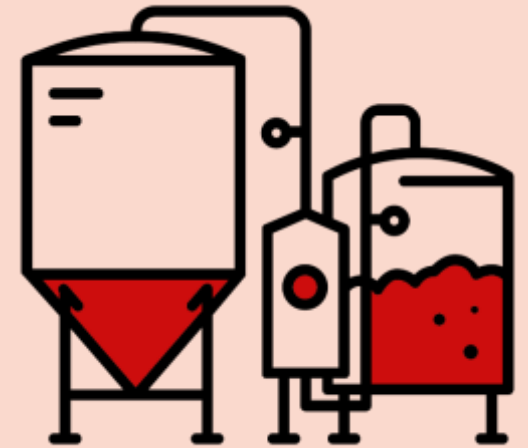
Concassage

- **Sources d'oxydation**
 - Contact du grain moulu avec l'air
- **Conséquences**
 - Rancissement des acides gras
 - Arome ranci dans la bière
- **Solutions**
 - Minimiser le temps de contact entre l'air et le grain moulu



Empâtage

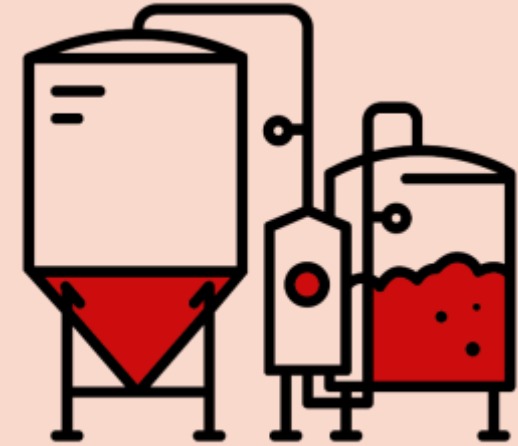
- **Sources d'oxydation**
 - Hydratation des grains
 - Minéraux catalysant l'oxydation
 - Recirculation
- **Conséquence**
 - Réaction de l'O₂ avec les polyphénols
- **Solutions**
 - Éviter le moussage
 - Empâter par le bas de la cuve



Minéraux catalysant l'oxydation

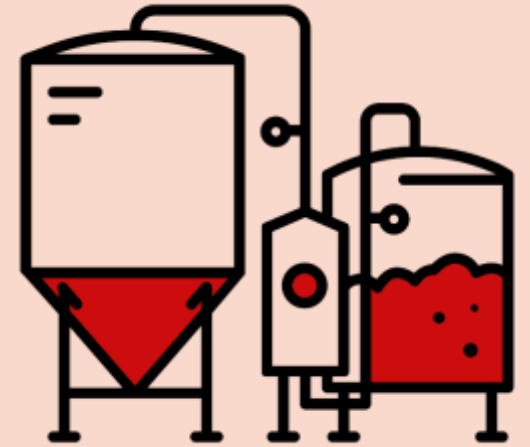
Les minéraux "traces" dans le mout :

- Cuivre $<0,25$ ppm;
 - $<0,05$ ppm dans la bière;
- Fer $<0,1$ ppm;
 - À plus de $0,3$ ppm dans la bière, il peut entraîner une couleur grisonnante;
- Zinc $=0,15$ ppm;
 - Malgré que le zinc soit un élément essentiel pour les levures, il n'est pas bénéfique que le mout en contienne plus de $0,50$ ppm;
- Manganèse = $0,05$ à $0,2$ ppm



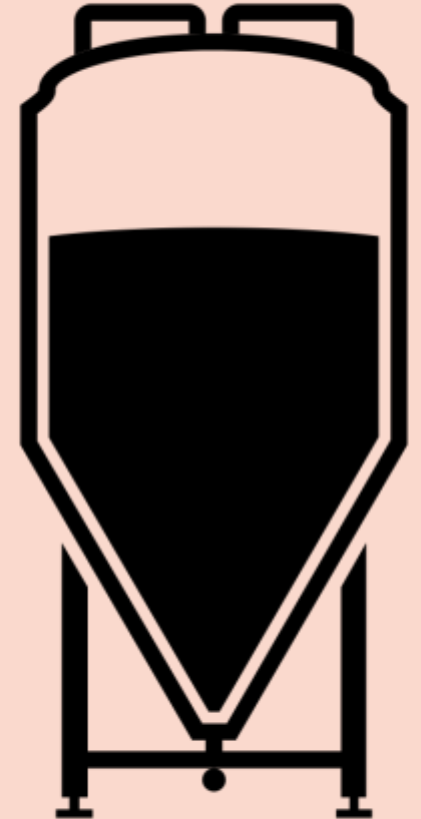
Filtration (lautering)

- **Sources d'oxydation**
 - Mélange (râteau/agitateur)
 - Filtration/Transfert
- **Solutions**
 - Pomper « délicatement » du mash vers la cuve filtre
 - Toujours conserver une couche d'eau par-dessus les grains
 - Éviter de récolter le « dernier mout »
 - Éviter le moussage



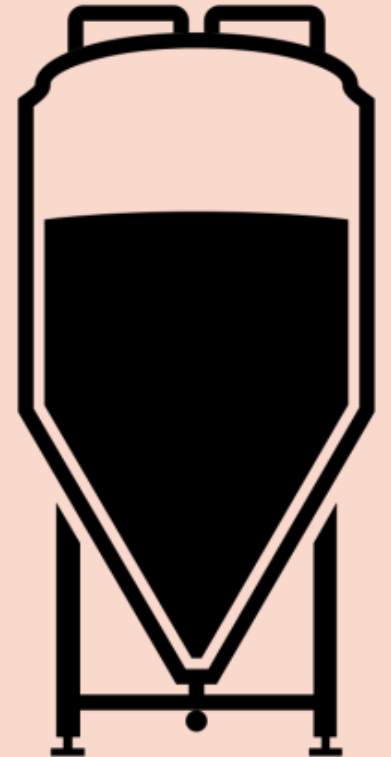
Refroidissement, oxygénation et inoculation

- **Sources d'oxydation**
 - Oxygénation du mout
- **Solutions**
 - Atteindre une fermentation active le plus rapidement possible
 - Avoir un taux d'inoculation adéquat (souche vs O_2 ppm)
 - Longueur des boyaux
 - Temps d'oxygénation



Fermentation active

- **Sources d'oxydation**
 - Ajout d'ingrédients (houblon, fruits, jus...)
 - Fuite des joints d'étanchéité
- **Solutions**
 - Procéder à l'ajout d'ingrédients durant la fermentation active
 - Avec pression positive dans la cuve (CO₂)



Maturation

- **Sources d'oxydation**
 - Ajout d'ingrédients (houblon, fruits, jus...)
 - Succion d' O_2 par les joints d'étanchéité
- **Solutions**
 - Éviter l'ajout d'ingrédients
 - Maintenir une pression positive dans le fermenteur
 - Entretien préventif
 - **Changer les joints d'étanchéité périodiquement**

O_2 (ppb)



Transfert et Filtration

- **Sources d'oxydation**

- Contact de la bière avec **acide peracétique**
- Succion d'O₂ par les joints d'étanchéité
- Présence d'oxygène résiduel dans le filtre



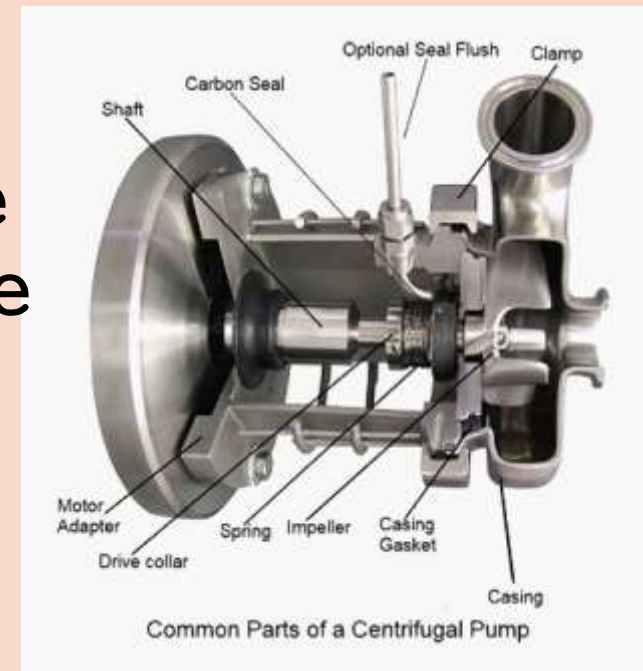
- **Solutions**

- Purger les lignes avec de la bière pour évacuer air et assainisseur
- Éviter de multiplier les connexions
- Utiliser des boyaux de bonne dimension
- Entretien préventif
- Resserrer systématiquement les clamps et collets au « bon niveau »



Transfert et Filtration

- **Sources d'oxydation**
 - Contact de la bière avec **acide peracétique**
 - Succion d' O_2 par les joints d'étanchéité
 - Présence d'oxygène/eau résiduel dans le filtre
- **Solutions**
 - Pousser la bière avec du CO_2 au lieu d'utiliser une pompe
 - Choisir des matériaux qui résistent aux températures d'utilisation



<https://www.probrewer.com/library/pumps/pump-components-and-seals/>

Cuve de conditionnement (BBT)

- **Sources d'oxydation**
 - Contact de la bière avec **acide peracétique**
 - Purge inefficiciente de l'air de la BBT
 - Pureté des gaz
- **Solutions**
 - Permettre au peracétique de s'égoutter adéquatement
 - Purger adéquatement la BBT



https://www.ontariobeerkegs.com/Ss_BrewTech_Ten_Barrel_Brite_Tank_p/ssbrewtech-10bbl-brite-tank.htm

Cuve de conditionnement (BBT)

1. Par le bas du fermenteur, pressuriser la cuve en appliquant une faible pression de CO₂, soit **10 psi**, afin que le CO₂ ne se mélange pas trop à l'air;
2. Appliquer une **restriction à la sortie** de la cuve qui permet de conserver une **contrepression de 5 psi** dans la cuve;
3. Purger jusqu'à ce que le DO mètre installé sur le bras de lavage indique un niveau de DO près de 0;

Avec cette méthode, il faut compter environ
2 heures pour une cuve de 50 hL*

Enfutage

- **Sources d'oxydation**
 - Eau et acide peracétique résiduel dans le keg
 - Air résiduel dans le keg
- **Solutions**
 - Purger les solutions de lavage et l'eau de rinçage avec du CO₂
 - Laver les keg avec un nettoyant acide au lieu du caustique
 - Utiliser du CO₂ à 30 psi ou le plus haut possible, selon les limites de l'équipement



DO vs TPO

DO (Dissolved Oxygen)

= Oxygène dissout dans un liquide

TPO (Total Packaged Oxygen):

= Oxygène total dans un contenant

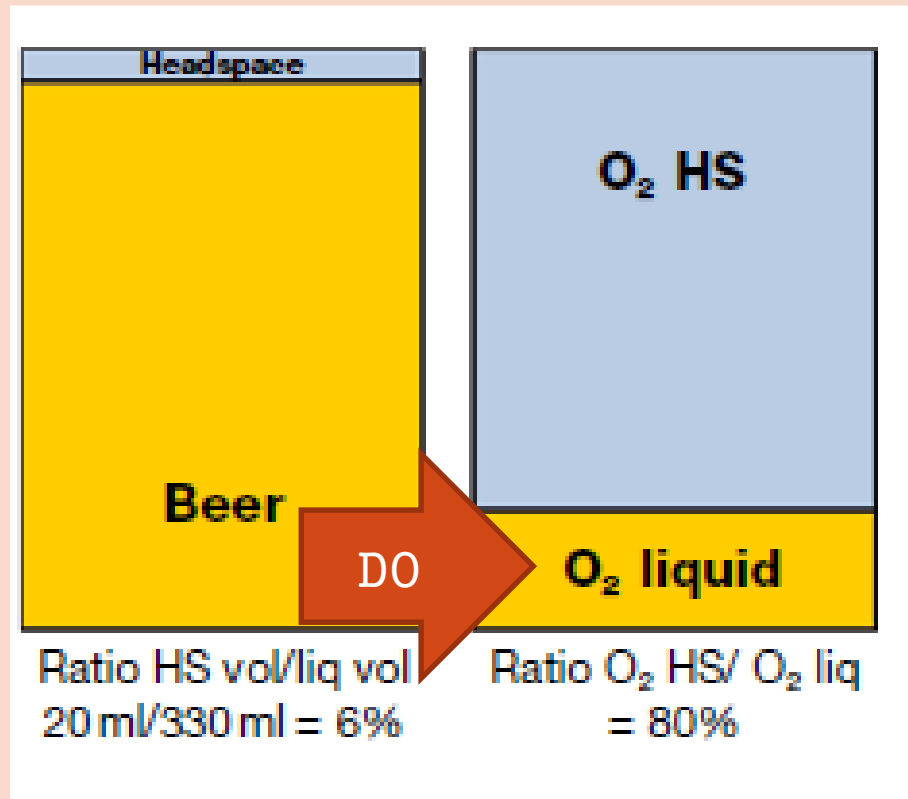
= O_2 dans liquide + O_2 Espace de tête

HS (Head Space):

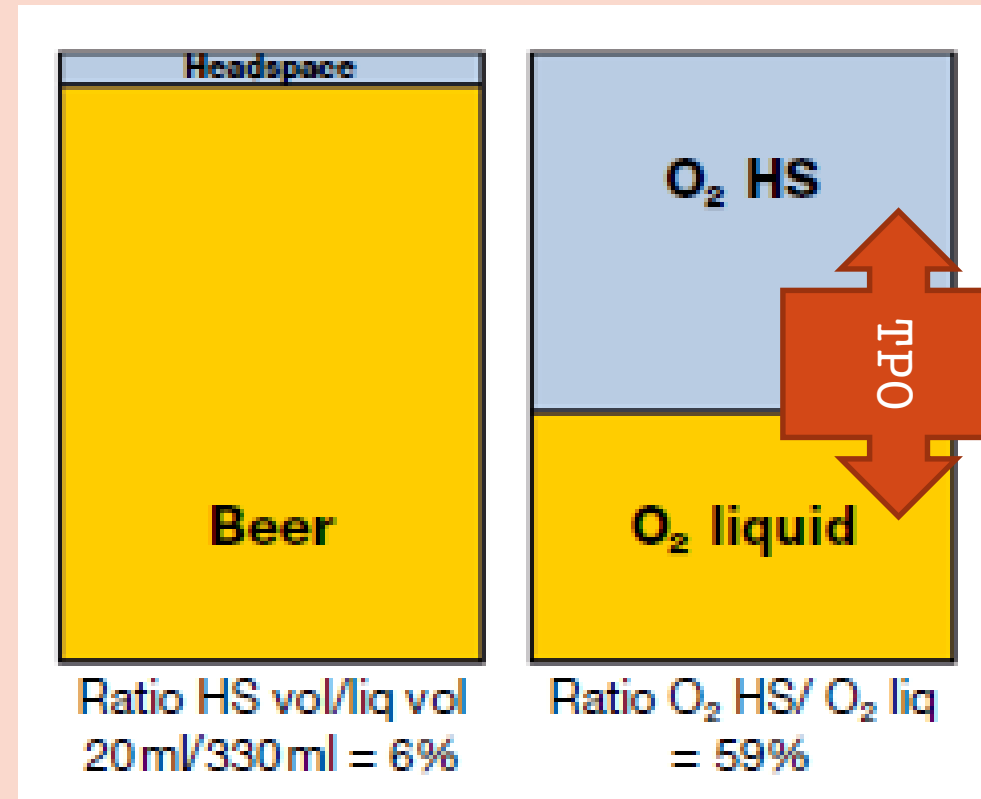
= O_2 dans l'espace de tête

= $\geq 70\%$ du TPO

DO vs TPO



Contenant non brassé = gaz non équilibrés



Contenant brassé = gaz équilibrés

TPO

TPO (Total Packaged Oxygen):

= Oxygène total dans un contenant

= O₂ dans liquide + O₂ Espace de tête

- Température
- Volume de l'espace de tête

TPO = 2 à 3 x DO

$$m(t) \left(\frac{mg}{L} \right) = X \left\{ \left[\frac{[32 \times 1000 \times HS (4.15 \times 10^{-7} T^2 + 2 \times 10^{-4} T - 0.0701)]}{0.082 \times T \times 1.0332 \times 100} \right] + 1 \right\}$$

Mise en bouteille

1. Rinçage (peracétique/eau)

- Égouttage suffisant
- « Flush » avec CO₂ ou N₂
- Sans rinçage?

2. Évacuation de l'air

- mise sous pression de CO₂
- Pompe sous vide



https://www.pinta.it/en/news/10-faq/96-my_beer_was_too_gassed_why_.html

Mise en bouteille

3. Remplissage

- Le plus plein possible, dans la mesure du raisonnable pour éviter l'air dans le HS ($\geq 70\%$ du TPO)
- Moussage
 - Ajustement de la dépressurisation de la bouteille
 - « Jetting » avec gaz ou eau **dégazée**



Mise en bouteille

4. Couronnage

- « **COURONNAGE SUR MOUSSE** »
- « GO no GO » sur capsulage
- Choisir le bon type de couronne
 - Influence sur le profil aromatique?
 - Rich Michaels, F.X. Matt Br. Co., MBAA

5. Entreposage

- Température!



Le cas de la refermentation en bouteille

TPO de 3000 à 5000 ppm avec remplisseuse gravitationnelle

Caractère oxydé moins présent

- **Camouflage?**

Consommation de l'O₂ par les levures

- **Oui, mais une faible proportion seulement**



Mise en canette

1. Rinçage (peracétique/eau)

- Égouttage suffisant
- « Flush » avec CO_2 ou N_2
- Sans rinçage?
- Alternative au peracétique

2. Évacuation de l'air

- Mise sous pression de CO_2
- Pompe sous vide
- Évacuation à l'air libre

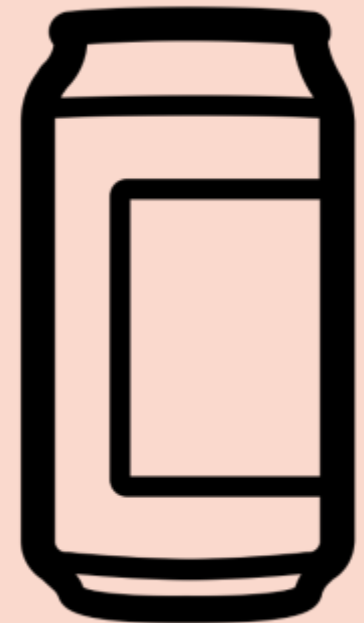


Mise en canette

3. Remplissage

- Le plus plein possible, dans la mesure du raisonnable pour éviter l'air dans le HS (70% du TPO)
- Moussage, le plus possible
 - Ajustement de la dépressurisation
 - « Jetting » avec Gaz
 - PAS TROP FORT!!!
 - FORT DÉBIT FAIBLE PRESSION
 - Attention à l'effet venturi

الع



Mousse de bière

Température

vs.

Pression

vs.

Viscosité

vs

Particules (levures, houblon...)



Mousse de bière

- **Température**
 - Le plus froid possible
 - Taille des boyaux
 - Stable
- **Pression**
 - Stable (pompe)
 - Attention au surgazage
- **Viscosité**
- **Particules (levures, houblon...)**



Mousse de bière

- **Viscosité**
 - Selon la bière
- **Particules (levures, houblon...)**
 - NEIPA (levures en suspension?)
 - Filtre à particules avant la BBT
 - Stable durant le remplissage



Mise en canette

4. Transport vers le sertissage

- En douceur!
- Couche protectrice de CO₂
 - Perpendiculaire à la canette
 - PAS TROP FORT!!!
 - FORT DÉBIT FAIBLE PRESSION

5. Sertissage

- 5. Pose du bouchon sur la mousse+++



Mise en canette

3. Remplissage

- Le plus plein possible, dans la mesure du raisonnable pour éviter l'air dans le HS (70% du TPO)
- Moussage, le plus possible
 - Ajustement de la dépressurisation
 - « Jetting » avec gaz
 - PAS TROP FORT!!!
 - FORT DÉBIT FAIBLE PRESSION



En conclusion

- Combien? – Le moins possible
- Température
- Attention à l'eau et au peracétique
- Fort débit / basse pression
- Changements progressifs et un à la fois
- Essais de vieillissement (accéléré)
- Fixer des standards = Durée de vie
- Oxydation possiblement désirée?
 - Procédés traditionnels
 - Maturation sur bois



Référence

- Handbook of Brewing: Processes, Technology, H. M. Eßlinger, 2009 WILEY–VCH Verlag GmbH & Co.
- Oxygen management, Lauren Torres, MBAA, Perrin Brewing Company (Bell's)
- Beer Oxidation: Chemistry, Sensory Evaluation, and Prevention, Bob Hall
- REFERENCE STANDARD FOR TPO ANALYTICAL METHODS, HACH
- Tap Into Hach, Article de Sarah Blayds,
 - *tapintohach.com/author/tapintohach/*



Merci de votre participation!

Louis-Philippe Simard
Directeur des opérations

Congrès AMBQ 2018

