



Journée technique « Hygiène et fabrication du cidre »

Les barèmes de pasteurisation de cidre

Rémi BAUDUIN



Un peu de théorie

Un peu de théorie

- **La destruction des microorganismes n'est jamais totale :**
 - On parle de **facteur de réduction de la population**,
 - **Quelques exemples :**
 - **Facteur de réduction croissant :**

nombre de microorganismes par litre avant traitement	Facteur de réduction	nombre de microorganismes par litre après traitement
100 000	100 000	1
100 000	1 000 000	0,1 (1 pour 10 L)
100 000	10 000 000	0,01 (1 pour 100 L)

- **Si on admet que 1 levure suffit pour poser un problème :**
 - **Risque 100% des bouteilles**
 - **Risque de 1 bouteille sur 10**
 - **Risque de 1 bouteille sur 100**

Un peu de théorie

- **La destruction des microorganismes n'est jamais totale :**
 - On parle de **facteur de réduction de la population**,
 - **Quelques exemples :**
 - **Population différente et facteur de réduction constant :**

nombre de microorganismes par litre avant traitement	Facteur de réduction	nombre de microorganismes par litre après traitement
100 000	100 000	1
1 000 000	100 000	10
10 000 000	100 000	100

- **Par exemple cas d'un filtration de qualité variable : filtration sur terre**

Un peu de théorie : couple T°C / tps

- **Impact du temps de traitement :**
 - On définit en général un temps de destruction décimale (D) pour une température de référence (T₀):
 - C'est le temps nécessaire pour obtenir une division de la population d'un facteur 10 lors d'un traitement à la température T₀.
 - Pour un temps long de 2D que se passe-t-il ?

Un peu de théorie : couple T°C / tps

- **Impact du temps de traitement :**
 - On définit en général un temps de destruction décimale (D) pour une température de référence (T₀):
 - C'est le temps nécessaire pour obtenir une division de la population d'un facteur 10 lors d'un traitement à la température T₀.

- Pour un temps long de 2D que se passe-t-il ?

$$1000 \xrightarrow{(D, T_0)} 100 \xrightarrow{(D, T_0)} 10$$

– Facteur de réduction de $10 \times 10 = 100$

- **Attention : diviser une durée de pasteurisation par deux fait plus que diviser par deux son efficacité !!!!**
- **L'inverse est vrai aussi !**

Un peu de théorie : couple T°C / tps

- Impact de la température de traitement :
 - Elle influe de façon exponentielle avec un paramètre z [°C] :
 - Chaque fois que la température est augmentée de z degrés, le traitement est 10 fois plus efficace.
 - Par exemple pour un passage de T_0 à T_0+2z
 - Le traitement est 100 fois plus efficace
 - Pour une augmentation de température $(T-T_0)$ non multiple de z ?
 - Facteur de réduction = $10^{\left[\frac{T-T_0}{z}\right]}$
 - Attention une baisse d'un degré peut avoir un effet important (baisse d'un facteur 2 de l'intensité du traitement thermique)

Et l'UP ?

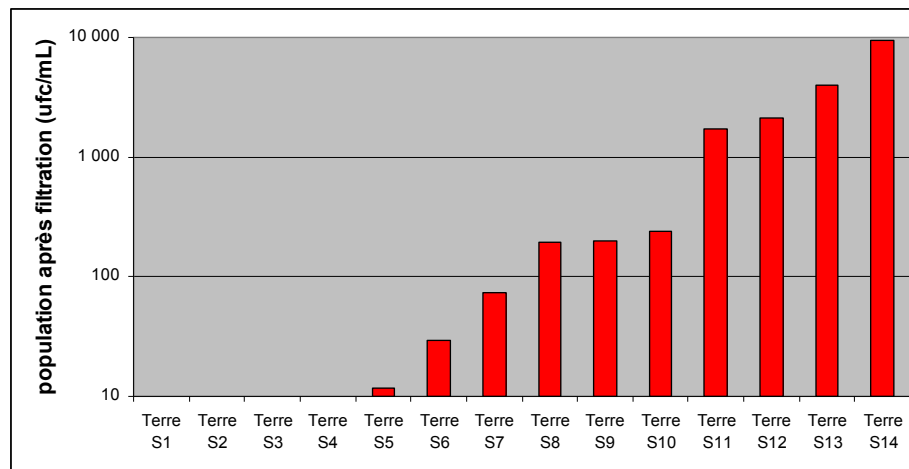
- **L'UP est une donnée permettant de comparer des traitements :**
 - **Elle intègre le temps et la température :**
 - **Chez les cidriers et en brasserie on fixe une température de référence $T_0 = 60^{\circ}\text{C}$,**
 - **L'UP représente un équivalent de temps rapporté à une température de 60°C ,**
 - **Le z était jusqu'à présent fixé à $z = 7$ (comme en brasserie) mais les nouvelles études fixent plutôt $z = 4$**
 - **Calcul d'une UP pour un temps t à une température T**

$$UP(t, T_0) = t \times 10^{\left[\frac{T-T_0}{z}\right]}$$

Comment fixer un barème ?

Définition de la réduction de population souhaitée

- **Définition des population initiales (N_0)**
 - N_0 dépend de la qualité de la filtration, données rencontrées dans le cadre d'essais en cidreries:
 - **MFT < 20 levures /mL (2012)**
 - **Filtre à terre de 20 à 10 000 levures /mL et très variable**



- **Par défaut on peut prendre la flore totale levurienne (10^4 ufc/mL) > abouti à un traitement par excès**

Définition de la réduction de population souhaitée

- **Définition des population finale Nf**
 - Nf difficile à déterminer
 - Population à partir de laquelle il y a un risque
 - Difficile à décrire / pas de norme / dépend de la matrice
 - Par défaut on peut le définir en retenant la fréquence du risque potentiel qu'on admet (potentiel, 1 levure dans une bouteille ne donnera pas forcément de surpression)
 - Par exemple 1 bouteille sur 10 000 HI
 - Dans le cas d'itinéraires technologiques aboutissant à la consommation de l'azote assimilable > faible potentiel de re-croissance de population :
 - Pas de risque de surpression,
 - Mais risque de trouble

Définition de la réduction de population souhaitée

- Définition des population initiales (N_0 et finale N_f)
 - $N_0 = 10^4$ ufc/mL
 - Numération par excès
 - $N_f = 10^{-9}$ ufc/mL = 1 levure dans une bouteille pour 10 000 HL
 - Population par défaut
- Calcul de la réduction décimale (n)
 - $N = \log (N_0/N) = 13$

Définition de la réduction de population souhaitée

- **Sélection du micro-organisme :**
 - Etude IFPC sur 2010 et 2011 (40 cidres) :
 - Risque surpression en bouteille :
 - **Choix de *Saccharomyces cerevisiae***
 - Pas de danger directement lié au microorganisme
 - Danger lié à la re-fermentation en bouteille et au risque de surpression en bouteille. Hypothétique re-fermentation en bouteille,
 - Trouble possible à partir de $\sim 10^5$ ufc/mL
 - **Valeurs de destruction thermique**

Calcul du traitement de pasteurisation

- Résultats bruts du CTPCA pour Sc
 - Valeurs de D :

cidre	pH	Température de traitement (°C)						Z (°C)	
		48	50	53	55	57	60		63
2,5°	3.50				57.7	11.2	0.9		2.8
	3.75				61.8	14.3	0.9	<0.4	2.7
	4.00				81.6	13.4	1.1	<0.4	2.7
5°	3.50			48.5	10.5	1.2			2.5
	3.75			96.0	11.7	2.8			2.6
	4.00			129.0	15.4	2.6			2.4

- Net effet de la matrice (doux / brut)
 - D doux = 1,1 min
 - D brut ~ 0,4 min
- Dans nos essais valeurs un peu différentes, par sécurité prendre z = 4 (plus conservateur)

Calcul du traitement de pasteurisation

- **Cas avec une température de référence**
 - **Le temps t de pasteurisation est défini par la formule**
 - $t_{T_{ref}} = \log(N/N_0) \cdot D_{T_{ref}} = n \cdot D_{T_{ref}}$
 - **Pour *Saccharomyces cerevisiae* $D_{T_{ref}} \sim 1,1$ min**
 - **D'où pour $n=13$, $t=14,3$ min**

Calcul du traitement de pasteurisation

- Si je veux une autre température que Tref ?
 - Le temps t_{T^*} de pasteurisation pour une température T^* est défini par la formule
 - $t_{T^*} = \log(N/N_0) \cdot D_{T^*} = n \cdot \frac{D_{Tref}}{10^{((T^* - Tref)/z)}}$
 - Pour $T=64^\circ\text{C}$ et $n=13$, $t=1,4$ min
 - Pour $T=62^\circ\text{C}$ et $n=13$, $t=4,5$ min

Comparaison Théorie / Pratique

- Il y a de la marge avec les traitements actuels
 - Rappel réduction de 14 log Doux
 - Pour $T=64^{\circ}\text{C}$ et $n=13$, $t=1,4$ min
 - Pour $T=62^{\circ}\text{C}$ et $n=13$, $t=4,5$ min
 - Traitements actuels :
 - Pour T de 62°C à 68°C $t=20$ min
- Possibilité d'avoir encore plus de marge:
 - MFT + embouteillage pauvre en germe en « ligne » (limiter la croissance post filtration)
 - Passage de N_0 de 10 000 à 100 ufc/mL (avec marge !)
 - 2 log en moins de réduction

Faire évoluer ses barèmes ?

- **Comment avancer avec ces résultats :**
 - **Avoir une idée de sa population à la mise en bouteille**
 - **Faire assez de prélèvements pour être représentatif vis à vis de la filtration et des formules de produits.**
 - **Faire les prélèvements dans la bouteille avant pasto pas en sortie de filtre !**
 - **Si on souhaite baisser les barèmes, le faire par pallier :**
 - **Dans l'étude IFPC on n'est pas à l'abri d'un microorganisme rare thermorésistant.**
 - **Baisser la température plutôt que le temps, pour rester sur des temps de pasteurisations significatifs (limiter la variabilité inter-bouteilles).**

Quelques références

- Résultats bruts du CTPCA

cidre	pH	Température de traitement (°C)						Z (°C)
		48	50	53	55	57	60	
2,5°	3.50				57.7	11.2	0.9	2.8
	3.75				61.8	14.3	0.9	<0.4
	4.00				81.6	13.4	1.1	<0.4
5°	3.50			48.5	10.5	1.2		2.5
	3.75			96.0	11.7	2.8		2.6
	4.00			129.0	15.4	2.6		2.4

Sc

cidre	pH	température						Z
		48	50	53	55	57	60	
2,5°	3.50	0.8	0.2					
	3.75	1.7	0.6					
	4.00	3.2	1.1	0.1				3.3
5°	3.50							
	3.75	0.5						
	4.00	1.0	0.3	0.1				5.1
YMB	4.50	16.5	4.4	1.8	0.8			5.6

Zymomonas

Des Questions ?

