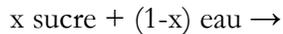


Calcul du taux d'alcool

Si on réécrit la réaction de fermentation en incluant l'eau, on a :



$2xy \text{ alcool} + 2xy \text{ CO}_2 + x(1-y) \text{ sucre} + (1-x) \text{ eau}$
où y est l'atténuation (la proportion de sucre transformée en alcool.)

	masse molaire M (g/mol)	densité d	volume molaire V (L/mol) (= M/d)
Sucre	180	1,55	0,116
Eau	18	1	0,018
Alcool	46	0,79	0,058
Miel		1,41	
CO ₂	44	0,0018	24

Tableau 8 : quelques propriétés du sucre, de l'alcool, etc.

On remarque que $\frac{M_s}{2M_a} \approx 1,96$ et $\frac{d_s}{d_a} \approx 1,95$

donc $\frac{2V_a}{V_s} \frac{d_s}{d_a} \frac{2M_a}{M_s} \approx 1$. C'est-à-dire que le volume

est constant : $2xyV_a + x(1-y)V_s + (1-x)V_e =$

$$xV_s + (1-x)V_e + x \frac{M_s}{d_s} \left[\frac{d_s}{d_a} \frac{2M_a}{M_s} - 1 \right] y.$$

Par définition la densité initiale est la masse initiale du moût (eau +sucre) divisée par le volume

$$\text{initial (eau + sucre) : } d_i = \frac{V_e}{M_e} \frac{xM_s + (1-x)M_e}{xV_s + (1-x)V_e}.$$

Ce qui peut être réécrit :

$$d_i = 1 + \frac{\frac{M_s}{M_e} \frac{d_s - 1}{d_s} x}{1 + \left(\frac{M_s}{M_e} \frac{1}{d_s} - 1 \right) x}$$

On peut aussi obtenir x en fonction de la densité

$$\text{initiale : } \frac{1}{x} - 1 = \frac{M_s}{M_e} \frac{1}{d_s} \frac{d_s - d_i}{d_i - 1}$$

La densité finale est par définition :

$$d_f = \frac{V_e}{M_e} \frac{2xyM_a + x(1-y)M_s + (1-x)M_e}{2xyV_a + x(1-y)V_s + (1-x)V_e}$$

Ce qui peut être simplifier en utilisant que le volume est constant :

$$d_f \approx 1 + \left[1 - y \frac{d_s - d_a}{d_s - 1} \right] (d_i - 1)$$

On peut manipuler cette expression pour obtenir l'atténuation en fonction de d_i et d_f :

$$y \approx \frac{d_s - 1}{d_s - d_a} \frac{d_i - d_f}{d_i - 1} \approx 0,73 \frac{d_i - d_f}{d_i - 1}$$

En France le taux d'alcool est exprimé en volume (ml d'alcool pour 100 ml d'hydromel) :

$$TV_a = \frac{2xyV_a}{2xyV_a + x(1-y)V_s + (1-x)V_e}$$

$$TV_a \approx \frac{d_i - d_f}{d_s - d_a} \approx 1,32 (d_i - d_f)$$

Donc en mesurant les densités initiales et finales, on peut connaître la proportion de sucre transformé en alcool (y) et le taux d'alcool.

Le taux de sucre est :

$$TV_s = \frac{x(1-y)V_s}{x(1-y)V_s + 2xyV_a + (1-x)V_e}$$

$$TV_s \approx (1-y) \frac{d_i - 1}{d_s - 1} \approx \frac{d_i - 1}{d_s - 1} - \frac{d_i - d_f}{d_s - d_a}$$

- Si tout le sucre a été consommé ($y = 1$) :

$$d_f = 1 - \frac{1 - d_a}{d_s - 1} (d_i - 1) \approx 1 - 0,37 (d_i - 1)$$

$$TV_a \approx y \frac{d_i - 1}{d_s - 1} \approx 1,8 (d_i - 1)y$$

- Si $d = 1$, $y \approx \frac{d_s - 1}{d_s - d_a} \approx 73\%$. Donc quand la densité vaut 1, environ les trois quarts du sucre ont été convertis en alcool (et ce quelle que soit la valeur de d_i). White labs publie des atténuations pour leurs levures de 70-80 %.
- Le tableau 9 présente des exemples.

d_i	y	TVa	TVs	TMs
1,052	80,0 %	7,6 %	1,9 %	30 g/L
1,092	77,0 %	12,9 %	3,9 %	60 g/L
1,132	75,8 %	18,3 %	5,8 %	90 g/L

Tableau 9 : quelques propriétés de l'hydromel en fonction de la densité initiale (la densité finale est 0,995).

On remarque qu'il reste à chaque fois pas mal de sucre mais que le taux de sucre ne dépend pas seulement de la densité finale. On ne devrait donc pas, comme le font certains, utiliser la densité finale comme critère pour déterminer si l'hydromel est plutôt sec ou plutôt doux. Voir aussi *taux_alcool.pdf*.