

F09_Calculs de rendements

A- Détermination de la masse théorique m_{th}

A l'aide de l'équation de la réaction de synthèse et si besoin d'un tableau d'avancement,

- Repérer les réactifs, le ou les solvants, le catalyseur...
- Déterminer pour chaque réactif la quantité de matière engagée dans la transformation (Formule littérale, ne pas oublier de prendre en compte la pureté des produits commerciaux mis à votre disposition).
- Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.
- En déduire la masse théorique.

Un raisonnement rigoureusement rédigé est attendu.

B- Rendement pour un liquide

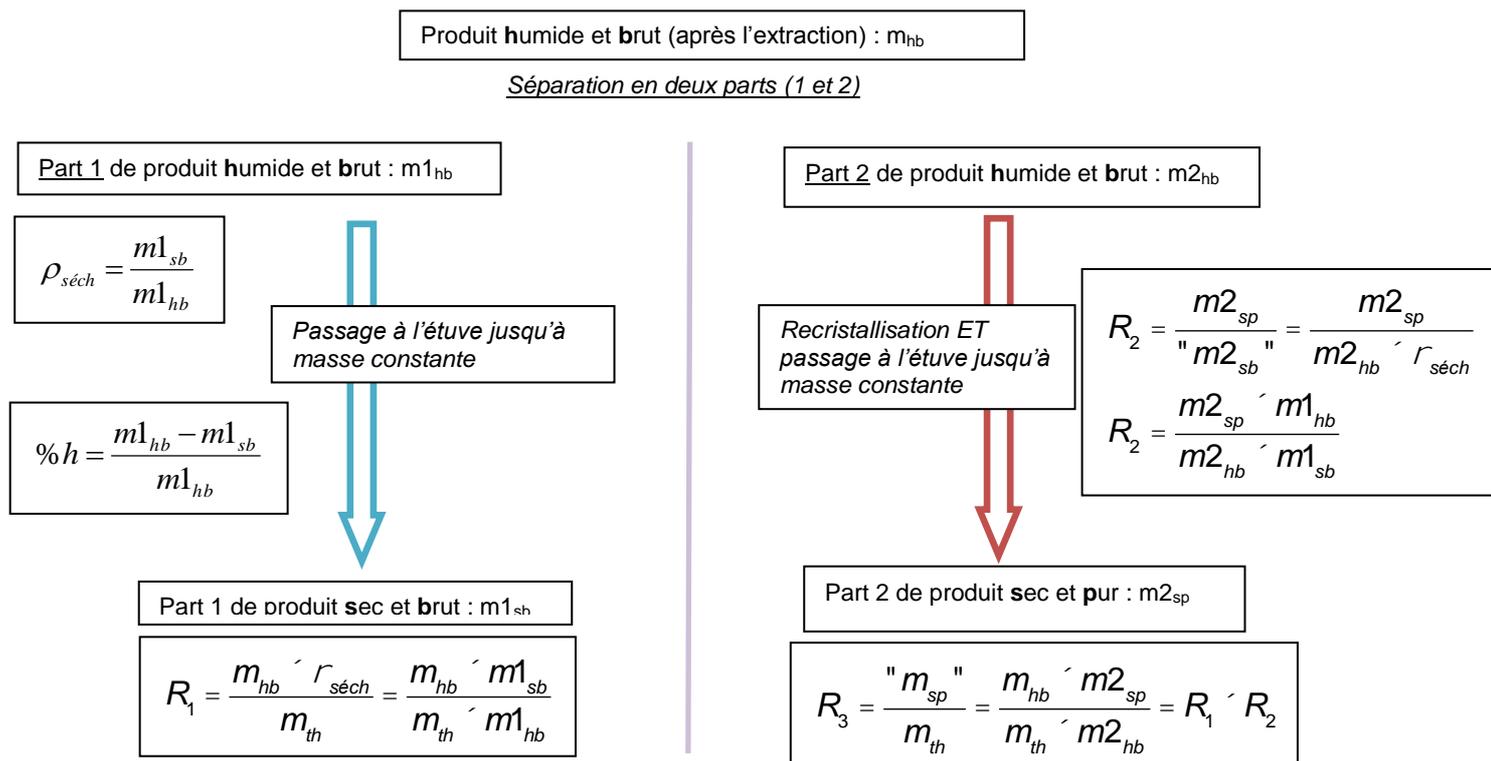
A la fin de la synthèse d'un liquide, on réalise en général une purification (distillation fractionnée ou chromatographie sur colonne), la masse obtenue après cette purification nous permet de calculer le rendement en produit :

$$R = \frac{m_{pur}}{m_{th}}$$

C- Rendements pour un solide

Lors de la synthèse d'un solide, on n'a pas le temps (en TP ou le jour de l'examen) de sécher le produit avant de le recrystalliser. On divise alors le produit en deux parts (plus ou moins égales) :

- L'une est mise à sécher et nous permettra de calculer le rendement de séchage ($r_{séch}$), le taux d'humidité (%h) et le rendement en produit brut (R_1)
- L'autre est mise à recrystalliser et permet de calculer le rendement de recrystallisation (R_2) et le rendement en produit recrystallisé (R_3^1)



Attention : la notation est différente en fonction des énoncés → comprendre les formules !

¹ Seul ce rendement est utilisé dans les laboratoires, c'est le plus important.

Calcul	Nom	Exemple
Masse théorique : masse obtenue si la réaction a un rendement de 100% (masse à calculer)	$m_{\text{théorique}}$	$m_{\text{théorique}} = 10 \text{ g}$
Masse de brut humide : masse récupérée après la synthèse, l'extraction et les lavages	$m_{\text{brut humide}}$	$m_{\text{brut humide}} = 9 \text{ g}$
Séparation brut à sécher/brut à recristalliser : On met $m'_{\text{brut humide}}$ à l'étuve et $m''_{\text{brut humide}}$ à recristalliser. ($m_{\text{brut humide}} = m'_{\text{brut humide}} + m''_{\text{brut humide}}$)	$m'_{\text{brut humide}}$ $m''_{\text{brut humide}}$	$m'_{\text{brut humide}} = 4 \text{ g}$ $m''_{\text{brut humide}} = 5 \text{ g}$
Masse de brut sec : Ce qu'on récupère de $m'_{\text{brut humide}}$ après l'étuve	$m'_{\text{brut sec}}$	$m'_{\text{brut sec}} = 3 \text{ g}$
Rendement de séchage : $\rho_{\text{séchage}} = \frac{m'_{\text{brut sec}}}{m'_{\text{brut humide}}}$	$\rho_{\text{séchage}}$	$\rho_{\text{séchage}} = \frac{3}{4} = 75\%$
Rendement en produit brut : $\rho_{\text{brut}} = \frac{m_{\text{brut sec}}}{m_{\text{théorique}}}$ avec $m_{\text{brut sec}}$ la masse qu'on aurait eue si on avait mis tout le brut humide à sécher, c'est-à-dire : $m_{\text{brut sec}} = \frac{m'_{\text{brut sec}}}{m'_{\text{brut humide}}} \cdot m_{\text{brut humide}}$ d'où $\rho_{\text{brut}} = \frac{m'_{\text{brut sec}}}{m'_{\text{brut humide}}} \cdot \frac{m_{\text{brut humide}}}{m_{\text{théorique}}}$	ρ_{brut}	$\rho_{\text{brut}} = \frac{3 \times 9}{4 \times 10} = 68\%$
Masse de produit recristallisé humide : Ce qu'on récupère après la recristallisation	$m'_{\text{pur humide}}$	$m'_{\text{pur humide}} = 2,7 \text{ g}$
Masse de pur sec : Ce qu'on récupère après la recristallisation et le passage à l'étuve	$m'_{\text{pur sec}}$	$m'_{\text{pur sec}} = 2 \text{ g}$
Rendement de la recristallisation : $\rho_{\text{recristallisation}} = \frac{m'_{\text{pur sec}}}{m''_{\text{brut sec}}}$ avec $m''_{\text{brut sec}}$ la masse de brut sec mise à recristalliser (non pesée car le produit mis à recristalliser est encore humide). On peut la calculer grâce au rendement de séchage : $m''_{\text{brut sec}} = m''_{\text{brut humide}} \cdot \rho_{\text{séchage}}$ On a alors : $\rho_{\text{recristallisation}} = \frac{m'_{\text{pur sec}}}{m''_{\text{brut humide}} \cdot \rho_{\text{séchage}}}$	$\rho_{\text{recristallisation}}$	$\rho_{\text{recristallisation}} = \frac{2}{5 \times 0,75} = 53\%$
Rendement en produit pur (= rendement global) : $\rho_{\text{pur}} = \frac{m_{\text{pur sec}}}{m_{\text{théorique}}}$ avec $m_{\text{pur sec}}$ la masse qu'on aurait eue si on avait tout mis à recristalliser puis à sécher : $m_{\text{pur sec}} = \frac{m'_{\text{pur sec}}}{m''_{\text{brut humide}}} \cdot m_{\text{brut humide}}$ d'où $\rho_{\text{pur}} = \frac{m'_{\text{pur sec}}}{m''_{\text{brut humide}}} \cdot \frac{m_{\text{brut humide}}}{m_{\text{théorique}}}$	ρ_{pur}	$\rho_{\text{pur}} = \frac{2 \times 9}{5 \times 10} = 36\%$