

LA SONOCHIMIE

Partie A : Intérêt de la sonochimie

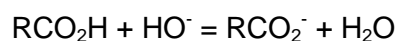
1/ La sélectivité

Cette réaction est sélective, car, entre deux produits possibles, un seul est formé.

C'est une réaction régiosélective car, sans ultrason, la réaction se produit sur le groupe hydroxyle OH, alors qu'avec les ultrasons, elle se produit sur le carbone fonctionnel.

2/ Rendement d'une réaction chimique

2.1.1. Equation du dosage :



A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques

$$n_{\text{acide}} = n_{\text{HO}^-} = C_b \times V_{bE} = 1,0 \times 16,2 \cdot 10^{-3} = \boxed{1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$$

2.1.2. Un volume de 5,0 mL du mélange réactionnel contient $1,6 \cdot 10^{-2}$ mol. Le mélange réactionnel de 100 mL contient donc, une quantité d'acide de :

$$n_{\text{AC}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-2} \times 100}{5} = \boxed{0,32 \text{ mol}}$$

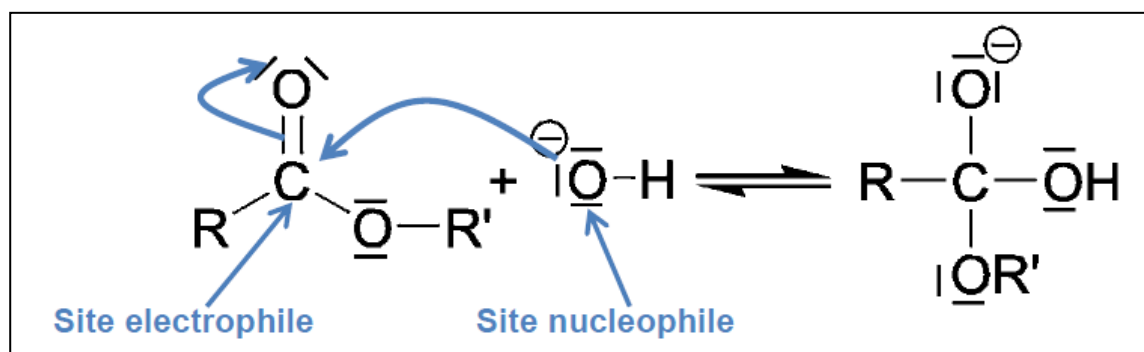
$$\mathbf{2.1.3.} \quad \text{Un}_{\text{AC}} = n_{\text{AC}} \times \sqrt{\left(\frac{\text{UV}}{\text{V}}\right)^2 + \left(\frac{\text{UV}_{bE}}{\text{V}_{bE}}\right)^2 + \left(\frac{\text{UC}_b}{\text{Cb}}\right)^2}$$

$$\text{Un}_{\text{AC}} = 0,32 \times \sqrt{(3 \cdot 10^{-3})^2 + (6 \cdot 10^{-3})^2 + (3 \cdot 10^{-2})^2} = \boxed{1,37 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$$

$$\boxed{n_{\text{AC}} = (0,32 \pm 0,01) \text{ mol}} \rightarrow \boxed{0,31 \text{ mol} \leq n_{\text{AC}} \leq 0,33 \text{ mol}}$$

2.1.4. La valeur donnée dans le tableau du document 2 (0,33 mol) est incluse dans l'intervalle trouvé dans la question 2.1.3. : les deux sont donc compatibles.

2.2.



3/ Traitement des déchets hospitaliers

D'après le document 3, on peut voir que la réaction est plus rapide lorsqu'elle est réalisée à $\text{pH} = 3$. Dans le document 4, on peut voir que la vitesse initiale de dégradation est plus grande lorsque la puissance ultrasonore est de 80 W.

Les conditions optimales sont donc :

- $\text{pH} = 3$
- $P = 80 \text{ W}$

4/ Conclusion

D'après la première partie de cet exercice, on a pu voir que la sonochimie permet de synthétiser un produit que la chimie classique ne permet pas d'obtenir.

Le document 2 montre que la sonochimie permet d'augmenter le rendement de la réaction d'hydrolyse d'un ester tout en travaillant à température ambiante sur un temps plus court que la chimie dite traditionnelle.

Enfin, le document 3 montre que la sonochimie permet d'accélérer certaines réactions.

Partie B : Maitriser la température au cœur du réacteur sonochimique

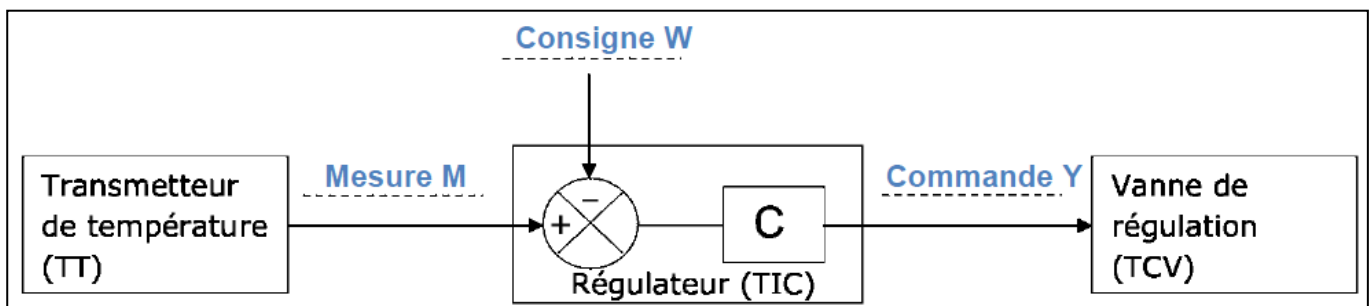
1/ Etude théorique du procédé

1.1. La grandeur réglée est la température au sein du réacteur.

La grandeur réglante est le débit du fluide réfrigérant.

Les grandeurs perturbatrices sont les températures au cœur des bulles de cavitation et la température de la solution entrante dans le réacteur.

1.2.



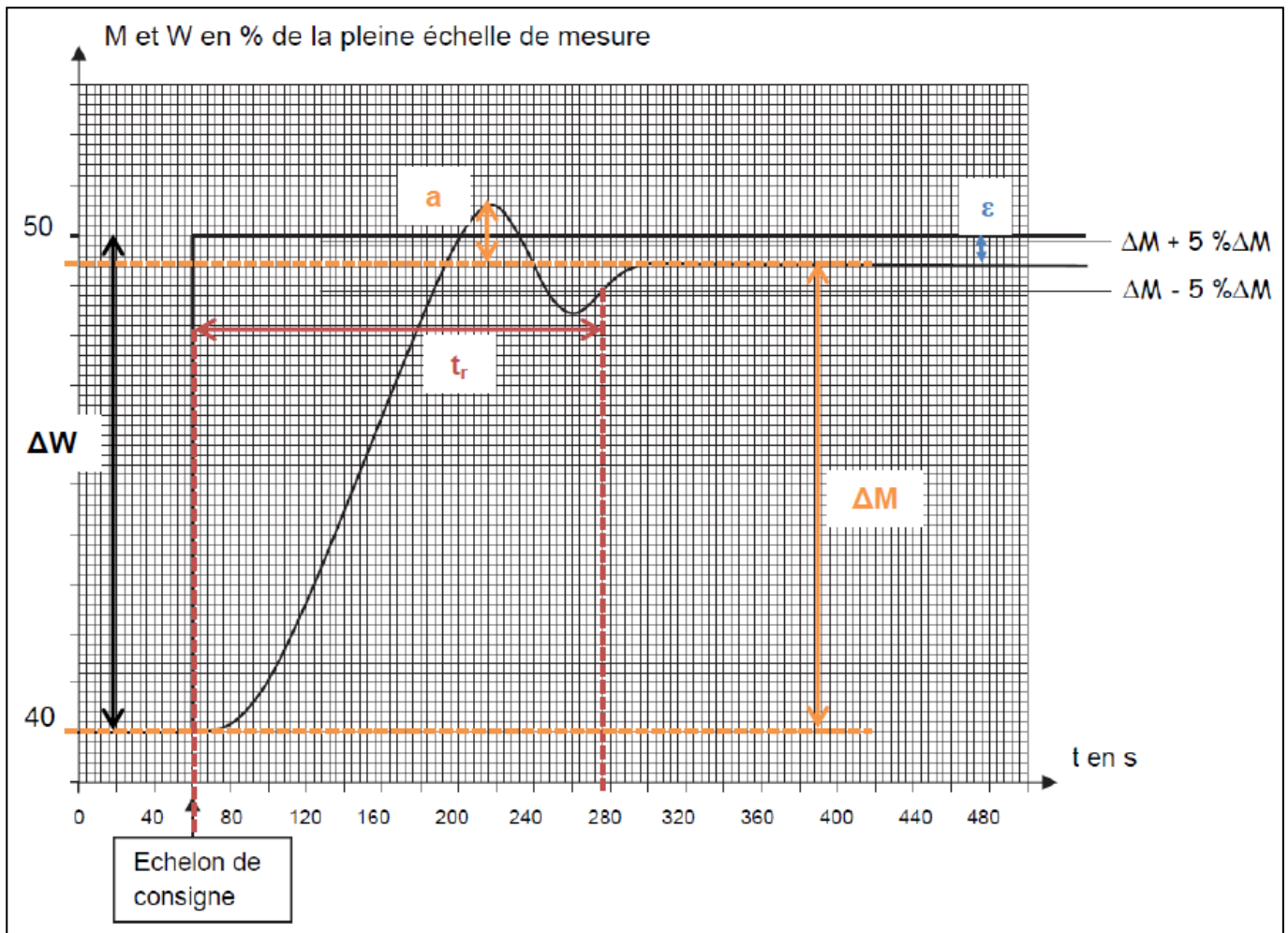
2/ Etude pratique de la boucle de régulation de température

2.1. Qualité d'une boucle de régulation

D'après le document 5, une boucle de régulation doit :

- Etre précise
- Etre rapide
- Avoir un amortissement faible

2.2.



Détermination de l'erreur de précision : $E = \frac{\varepsilon}{\Delta W}$

Graphiquement, on détermine

$\varepsilon = W - M$ quand le système s'est stabilisé après l'échelon de consigne

$W = 50\%$ et $M = 49,4\%$ → $\varepsilon = 0,6\%$

$\Delta W = 50 - 40 = 10\%$

$E = \frac{\varepsilon}{\Delta W} = \frac{0,6}{10} = 0,06 = 6\%$ supérieure à 5 % (valeur limite indiquée sur le cahier des charges)

Détermination du temps de réponse : $t_r = 276 - 60 = 216 \text{ s} = 3 \text{ min } 36 \text{ s}$ inférieur à 5 minutes (valeur limite indiquée sur le cahier des charges)

Détermination du dépassement : $D = \frac{a}{\Delta M}$

Graphiquement, on détermine

$a = 50,6 - 49,4 = 1,2\%$

$\Delta M = 49,4 - 40 = 9,4\%$

$D = \frac{a}{\Delta M} = \frac{1,2}{9,4} = 0,13 = 13\%$ inférieure à 15% (valeur limite indiquée sur le cahier des charges)

Conclusion : Seule l'erreur de précision est légèrement supérieure à la valeur du cahier des charges

Partie C : Choix du type de transducteur ultrasonore

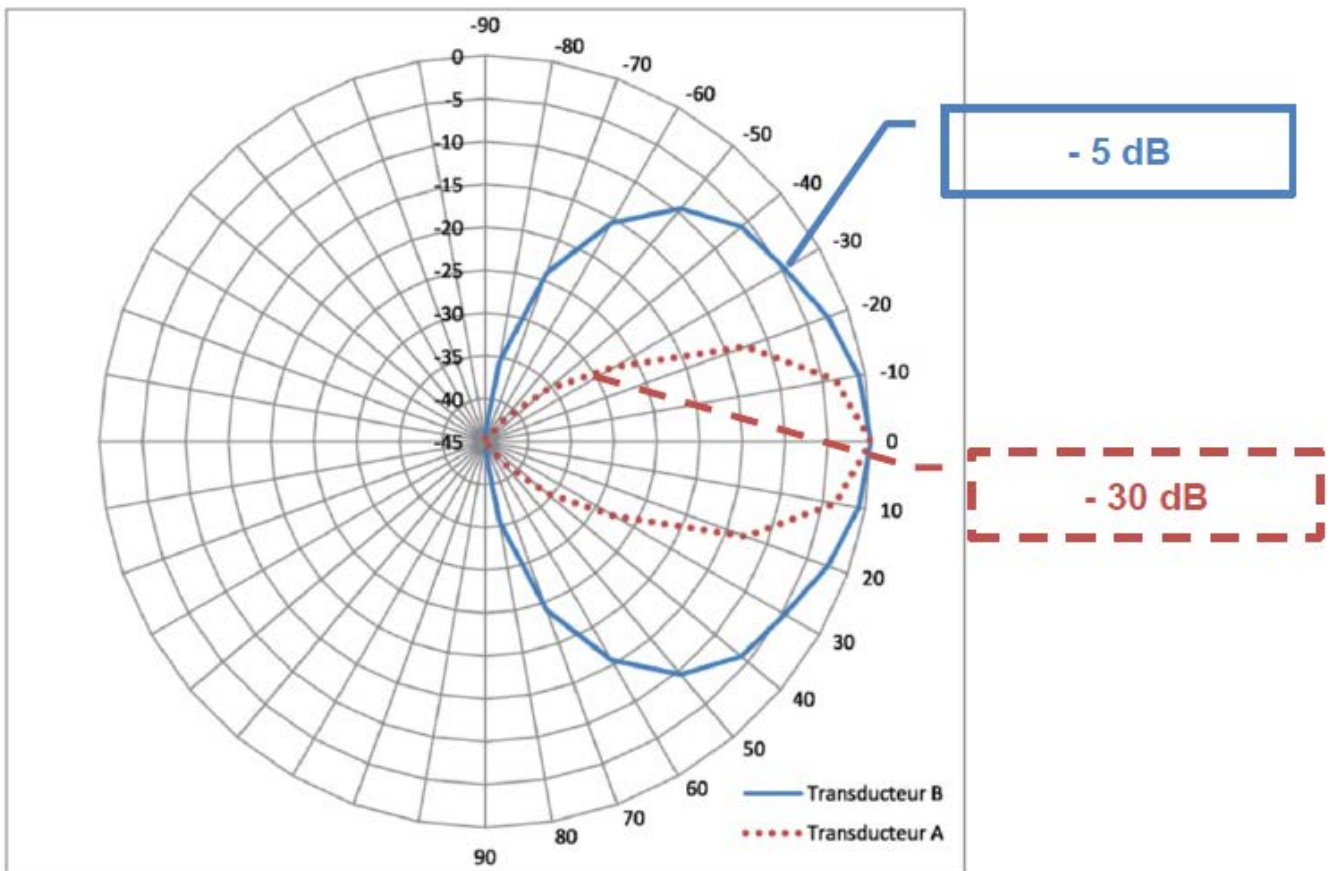
1.
$$\sin \theta = \frac{1,2 \times \lambda}{d}$$

Si on veut un faisceau très directif, il faut que θ soit petit, donc que $\sin \theta$ soit petit.

Pour avoir un petit $\sin \theta$, il faut :

- que λ soit petit (car λ est au numérateur de la fraction) : pour avoir une petite longueur d'onde, il faut **une grande fréquence** d'après la formule $\lambda = \frac{c}{f}$
- et que **d soit grand** (car d est au dénominateur de la fraction)

2.



Pour un angle de 30° , le niveau d'émission est :

- de -30 dB pour le transducteur A
- de -5 dB pour le transducteur B

Le transducteur A est donc plus directif que le transducteur B

3. Pour que tout le bac à ultrasons usuel soit parcouru par des US, il faut que les émetteurs ne soient pas directifs : ce sont donc les transducteurs B

Le bac à faisceaux orthogonaux doit être équipé des transducteurs A : les deux émetteurs présents sur les côtés permettent de compenser la plus grande directivité du faisceau.