

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Série : STL
Spécialité Sciences Physiques et Chimiques en Laboratoire

SESSION 2015

CBSV : sous épreuve coefficient 4
Sciences physiques et chimiques en laboratoire : sous épreuve coefficient 4

LUNDI 22 JUIN 2015

Durée totale de l'épreuve : 4 heures

**Les sujets de CBSV et de sciences physiques et chimiques en laboratoire
seront traités sur des copies séparées.**

Dès que les sujets vous sont remis, assurez-vous qu'ils sont complets.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Série : Sciences et Technologies de Laboratoire

**Spécialités : - Biotechnologies
- Sciences physiques et chimiques
en laboratoire**

SESSION 2015

**Sous-épreuve écrite de
Chimie – biochimie – sciences du vivant**

Lundi 22 juin 2015

Coefficient de cette sous-épreuve : 4

Ce sujet est prévu pour être traité en deux heures.

**Les sujets de CBSV et de spécialité seront traités
sur des copies séparées.**

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte **6** pages.

Partie 1 : pages 2 à 3

Partie 2 : pages 4 à 6

Les 2 parties sont indépendantes.

Conséquences écologiques de l'accident nucléaire de Fukushima

PARTIE I - Utilisation d'une bactérie photosynthétique pour traiter les sols contaminés dans la région de Fukushima (8 points)

L'accident nucléaire du 11 mars 2011 survenu dans la région de Fukushima Daiichi au Japon a causé une importante pollution radioactive des sols dont la plus préoccupante est celle au césium radioactif 137 (^{137}Cs). Le césium 137 se dépose sur la végétation et sur les sols à cause de la pluie et de la décomposition des feuilles mortes.

L'objet de cette première partie est l'étude de l'utilisation de microorganismes pour limiter la pollution radioactive des sols.

QUESTIONS

À l'aide des **documents A et B** et des connaissances acquises lors de la formation, répondre aux questions suivantes :

- 1.1. Les réactions métaboliques permettant à *L. casei* de transformer le glucose en lactate appartiennent au catabolisme. Justifier cette affirmation.
- 1.2. Recopier, sur la copie, la formule de l'acide lactique représentée dans le **document B**. Entourer les groupes caractéristiques et nommer les fonctions chimiques correspondantes.
- 1.3. Indiquer à l'aide d'astérisque(s) (*) sur la formule de l'acide lactique le (ou les) éventuel(s) atome(s) de carbone asymétrique(s).
Proposer une représentation de Cram d'un stéréo-isomère de cette molécule.

La réaction de fermentation lactique est une réaction d'oxydoréduction.

- 1.4. Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction relatives aux couples présentés dans le **document B**.
- 1.5. Ecrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction favorisée mettant en jeu ces deux couples. Justifier la réponse.
- 1.6. Identifier l'espèce qui subit la réduction lors de cette fermentation en justifiant ce choix.
- 1.7. L'enthalpie libre standard de réaction de la formation du lactate à partir du pyruvate est $\Delta_r G^0 = -25 \text{ kJ.mol}^{-1}$. Préciser, en le justifiant, si la réaction est endergonique ou exergonique.
- 1.8. Parmi les informations suivantes, reporter la proposition correcte et justifier ce choix.

| | |
|---------------|---|
| Proposition 1 | <i>Lactobacillus casei</i> et <i>Rhodobacter sphaeroïdes</i> sont lithotrophes |
| Proposition 2 | <i>Lactobacillus casei</i> et <i>Rhodobacter sphaeroïdes</i> sont organotrophes |
| Proposition 3 | <i>Lactobacillus casei</i> est organotrophe et <i>Rhodobacter sphaeroïdes</i> est lithotrophe |
| Proposition 4 | <i>Lactobacillus casei</i> est lithotrophe et <i>Rhodobacter sphaeroïdes</i> est organotrophe |

- 1.9. À l'aide du **document A**, proposer une hypothèse pour expliquer pourquoi le milieu de vie de la bactérie *Rhodobacter sphaeroïdes* est restreint aux couches superficielles du sol.
- 1.10. En déduire comment l'action de *Rhodobacter sphaeroïdes* permet de limiter la diffusion de la pollution au césium 137 radioactif dans le sol.

DOCUMENTS

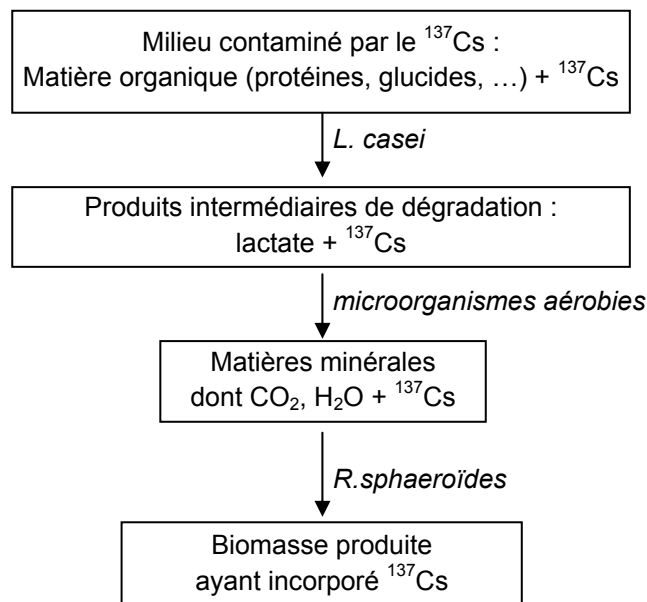
Document A : microorganismes et piégeage de la radioactivité d'un sol contaminé

Document B : la fermentation lactique chez *Lactobacillus casei*

Document A : microorganismes et piégeage de la radioactivité d'un sol contaminé

Des chercheurs japonais de l'université Hiroshima Kokusai Gakuin ont mis au point un procédé permettant de piéger le césium radioactif ^{137}Cs en surface :

- la couche superficielle radioactive est préalablement traitée par une bactérie lactique, *Lactobacillus casei*, qui dégrade les molécules organiques par fermentation,
- la minéralisation est ensuite achevée par des microorganismes aérobies,
- les matières minérales issues de ces traitements, dont le césium radioactif, sont ensuite incorporées par *Rhodobacter sphaeroïdes*, une bactérie photosynthétique.



Document B : la fermentation lactique chez *L. casei*

| | | |
|---|--|---|
| $\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{O} \\ \quad // \\ \text{CH} - \text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{OH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{O} \\ \quad // \\ \text{CH} - \text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{O}^- \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ // \quad // \\ \text{C} - \text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{O}^- \end{array}$ |
| Acide lactique | Ion lactate noté AH_2^- | Ion pyruvate noté A^- |

| | |
|---|-------------------------------|
| Pyruvate (A^-) / lactate (AH_2^-) | $E_1^{0'} = -0,185 \text{ V}$ |
| $\text{NAD}^+ / \text{NADH}, \text{H}^+$ | $E_2^{0'} = -0,320 \text{ V}$ |

PARTIE II - Les effets de la radioactivité sur les papillons bleus du Japon (12 points)

Pseudaesha maha est un papillon bleu vivant en Asie. C'est un bio-indicateur de la qualité de l'environnement qui permet d'évaluer les effets de la radioactivité.

Deux mois après l'accident de la centrale de Fukushima, des prélèvements sont effectués à des distances variables de la centrale. On observe la première génération de papillons nés après l'accident.

Cette partie permet de mettre en évidence le lien entre l'augmentation brutale de radioactivité dans l'environnement, en particulier due au césium 137, et les variations de phénotypes des papillons bleus.

QUESTIONS

Radioactivité et variations phénotypiques

À partir du **document C** et des connaissances acquises :

- 2.1. Décrire l'évolution de l'activité du césium 137 en fonction de la distance à la centrale.
- 2.2. Montrer que les malformations constatées sont vraisemblablement des conséquences de l'accident de la centrale de Fukushima.

Pour vérifier le lien entre l'irradiation et l'apparition des malformations, des chercheurs ont soumis des larves de papillons bleus à des radiations similaires à celles rencontrées à Fukushima.

L'expérience est présentée dans le **document D**.

- 2.3. Repérer les différences de phénotypes entre les papillons issus de la population de larves irradiées et de la population témoin.
En reliant le phénotype au génotype, proposer une explication aux différences constatées.

Radioactivité et mutations génétiques

La formation des pattes, des antennes et des ailes des papillons dépend d'une protéine codée par un gène appelé *distal-less* (noté *dlx*). Des mutations génétiques sont observées sur le gène *dlx* dont une partie de la séquence est représentée dans le **document E**.

À partir du **document E** et des **documents de référence** :

- 2.4. Repérer la position d'une mutation dans la portion de gène présentée, puis identifier son type.
- 2.5. À partir des allèles sauvage et muté, écrire les séquences des ARN messagers obtenus par transcription des brins 2.
- 2.6. En déduire les séquences peptidiques résultant de la traduction de ces ARN messagers en démarrant au nucléotide 61 pour chaque séquence.
- 2.7. Comparer les séquences peptidiques obtenues.
- 2.8. En mettant en relation l'ensemble des réponses et des données précédentes, rédiger une synthèse sur les conséquences de la libération massive de césium radioactif ^{137}Cs lors de l'accident de Fukushima sur le développement de certains organes chez le papillon bleu.

DOCUMENTS

Document C : activité du césium 137 et taux de malformations

Document D : influence des radiations sur les phénotypes

Document E : séquence des nucléotides 61 à 80 du gène *dlx*

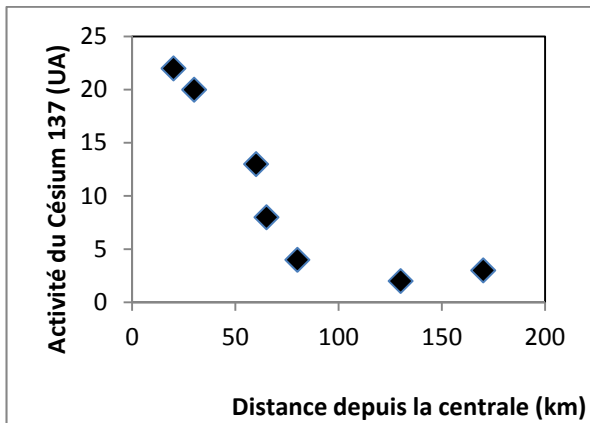
Documents de référence : les différents types de mutations et leurs conséquences ; tableau du code génétique

Document C : activité du césium 137 et taux de malformations

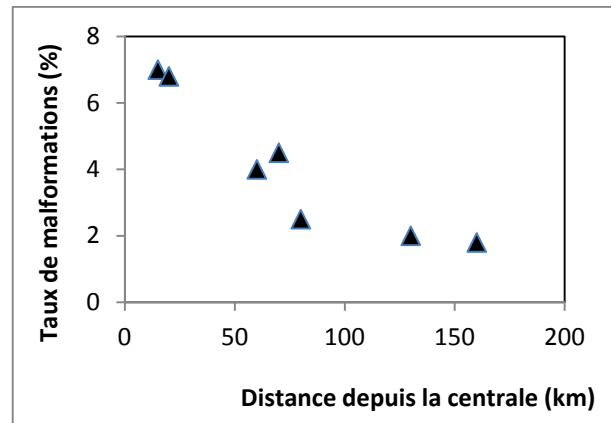
L'activité du césium 137 traduit l'importance de la radioactivité en un point donné. Elle est mesurée dans différentes localités (**document C1**).

Cent quarante quatre papillons issus de la première génération éclosent après l'accident de Fukushima sont récoltés dans différentes localités plus ou moins éloignées de la source de contamination. Le taux de papillons présentant des malformations dans ces différentes localités est déterminé (**document C2**).

C1.



C2.



Document D : influence des radiations sur les phénotypes

L'expérience porte sur un échantillon de cent larves issues de la reproduction de papillons bleus prélevés en zone non irradiée :

- la moitié de l'échantillon est conservée telle quelle pour servir de témoin,
- l'autre moitié est soumise à une dose de radiations de 55 mSv (milliSievert).

Les phénotypes des adultes issus de ces deux populations sont rassemblés dans le tableau suivant :

| | Ailes antérieures | | longueur des pattes (cm) | Antennes | | |
|---------|-------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|---------|---|
| | Taille (cm) | Répartition des ocelles* | | longueur (cm) | Forme | Motif coloré |
| Témoin | 1,22 ± 0,06 | Régulière | 0,78 ± 0,04 | 0,90 ± 0,05 | Droites | Alternance de bandes noires et blanches |
| Irradié | 1,11 ± 0,16 | Irrégulière | 0,45 ± 0,13 | 0,50 ± 0,11 | Tordues | Pas de bandes blanches |

Recensement des caractères phénotypiques des deux populations de papillons

*Ocelles : taches brunes à la surface des ailes des papillons.

Document E : séquence des nucléotides 61 à 80 d'une portion du gène *dlx*

| | | |
|----------------|---|----------|
| Allèle sauvage | 5' P - ⁶¹ GGCTTCTATAGCGGCCAGAG - 3' OH | ← brin 1 |
| | 3' OH - CCGAAGATATCGCCGGTCTC - 5' P | ← brin 2 |
| Allèle muté | 5' P - ⁶¹ GGCGTCTATAGCGGCCAGAG - 3' OH | ← brin 1 |
| | 3' OH - CCGCAGATATCGCCGGTCTC - 5' P | ← brin 2 |

Brin 1 : brin non transcrit

Brin 2 : brin transcrit

Documents de référence :

Les différents types de mutations et leurs conséquences

| Mutation nucléotidique | Conséquence dans la séquence nucléotidique |
|------------------------|--|
| Insertion | Ajout d'un nucléotide |
| Délétion | Suppression d'un nucléotide |
| Substitution | Remplacement d'un nucléotide |

Tableau du code génétique

| | | DEUXIEME NUCLEOTIDE | | | | | | | | |
|--------------------|---|---------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|---|
| | | U | C | A | G | | | | | |
| PREMIER NUCLEOTIDE | U | UUU | Phé | UCU | Ser | UAU | Tyr | UGU | Cys | U |
| | | UUC | Phé | UCC | Ser | UAC | Tyr | UGC | Cys | C |
| | | UUA | Leu | UCA | Ser | UAA | Stop | UGA | Stop | A |
| | | UUG | Leu | UCG | Ser | UAG | Stop | UGG | Trp | G |
| | C | CUU | Leu | CCU | Pro | CAU | His | CGU | Arg | U |
| | | CUC | Leu | CCC | Pro | CAC | His | CGC | Arg | C |
| | | CUA | Leu | CCA | Pro | CAA | Gln | CGA | Arg | A |
| | | CUG | Leu | CCG | Pro | CAG | Gln | CGG | Arg | G |
| | A | AUU | Ile | ACU | Thr | AAU | Asn | AGU | Ser | U |
| | | AUC | Ile | ACC | Thr | AAC | Asn | AGC | Ser | C |
| | | AUA | Ile | ACA | Thr | AAA | Lys | AGA | Arg | A |
| | | AUG | Met | ACG | Thr | AAG | Lys | AGG | Arg | G |
| | G | GUU | Val | GCU | Ala | GAU | Asp | GGU | Gly | U |
| | | GUC | Val | GCC | Ala | GAC | Asp | GGC | Gly | C |
| | | GUA | Val | GCA | Ala | GAA | Glu | GGA | Gly | A |
| | | GUG | Val | GCG | Ala | GAG | Glu | GGG | Gly | G |

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Série : Sciences et Technologies de Laboratoire

**Spécialité : Sciences Physiques et Chimiques en
Laboratoire**

SESSION 2015

**Sous-épreuve écrite de sciences physiques et
chimiques en laboratoire**

LUNDI 22 JUIN 2015

Coefficient de la sous-épreuve : 4

Ce sujet est prévu pour être traité en deux heures.

**Les sujets de CBSV et de sciences physiques et chimiques en
laboratoire seront traités sur des copies séparées.**

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte **10** pages.

Le document réponse est **à rendre avec la copie.**

LA SONOCHIMIE



<http://www.imlab.com/fr/hielscher.htm>

PARTIE A : Intérêts de la sonochimie

PARTIE B : Maîtriser la température au cœur du réacteur sonochimique

PARTIE C : Choix du transducteur ultrasonore

Les documents sont réunis en fin d'énoncé.

La sonochimie est un domaine de la chimie qui étudie les effets des ondes ultrasonores sur les réactions chimiques.

Lorsqu'une onde ultrasonore se propage dans un milieu liquide (solvant), elle peut générer des petites bulles de gaz ou de vapeur appelées bulles de cavitation. Celles-ci grossissent avec le temps jusqu'à atteindre une taille critique où elles implosent. Cette implosion fournit l'énergie nécessaire aux transformations chimiques.

PARTIE A : Intérêts de la sonochimie

1. La sélectivité

Selon les réactions chimiques, l'utilisation des ultrasons permet d'obtenir des résultats différents de ceux obtenus par les méthodes traditionnelles. Un des exemples typiques, présenté dans le **document 1**, met en jeu la réaction de l'acide nitrique avec les alcools.

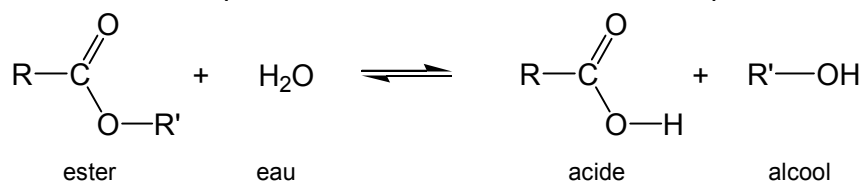
Expliquer à partir du **document 1** en quoi cette réaction sonochimique est sélective. Préciser s'il s'agit d'une régiosélectivité, d'une stéréosélectivité ou d'une chimiosélectivité en justifiant la réponse.

2. Rendement d'une réaction chimique

En laboratoire, pour tester l'efficacité de la sonochimie, on réalise l'hydrolyse d'une mole d'ester. On compare trois protocoles : deux traditionnels de chimie et un de sonochimie. Les résultats expérimentaux sont consignés dans le **document 2**.

2.1. Étude du protocole 1 :

L'hydrolyse acide d'un ester conduit à la formation d'un acide carboxylique et d'un alcool. Cette réaction est lente à température ambiante, limitée et athermique.



2.1.1. Pour déterminer la quantité d'acide carboxylique obtenu, on effectue un titrage à froid à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_b = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

L'équation de la réaction est : $\text{RCOOH} + \text{HO}^- \rightarrow \text{RCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$

Pour titrer, on prélève un volume $V = 5,0 \text{ mL}$ du mélange réactionnel. L'équivalence est obtenue pour un volume d'hydroxyde de sodium versé $V_{bE} = 16,2 \text{ mL}$. On négligera le volume d'hydroxyde de sodium nécessaire à la neutralisation de l'acide sulfurique.

Déterminer la quantité de matière n d'acide carboxylique présent dans le volume $V = 5,0 \text{ mL}$ du mélange réactionnel.

2.1.2. En déduire que la quantité de matière n_{AC} d'acide carboxylique présent dans le mélange réactionnel est $n_{AC} = 0,32 \text{ mol}$.

2.1.3. L'incertitude sur la quantité de matière n_{AC} d'acide carboxylique présent dans le mélange

réactionnel est donnée par la relation : $U_{n_{AC}} = n_{AC} \times \sqrt{\left(\frac{U_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{U_{V_{bE}}}{V_{bE}}\right)^2 + \left(\frac{U_{C_b}}{C_b}\right)^2}$

On donne les incertitudes relatives avec un intervalle de confiance à 95 % sur les mesures :

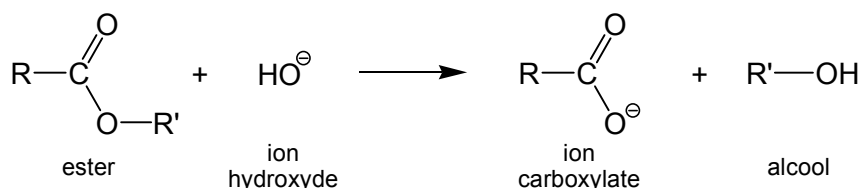
| Incertitude due à l'utilisation de la pipette jaugée de 5,0 mL | Incertitude due à l'utilisation de la burette | Incertitude sur la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium |
|--|--|---|
| $\frac{U_V}{V} = 3 \times 10^{-3}$ | $\frac{U_{V_{bE}}}{V_{bE}} = 6 \times 10^{-3}$ | $\frac{U_{C_b}}{C_b} = 3 \times 10^{-2}$ |

Calculer l'incertitude à 95% sur la quantité de matière n_{AC} d'acide carboxylique présent dans le mélange réactionnel. Exprimer la quantité de matière n_{AC} sous la forme d'un encadrement.

2.1.4. Indiquer si la valeur de la quantité de matière indiquée dans le tableau du **document 2** est compatible avec le résultat précédent.

2.2. Étude du protocole 2 :

Le rendement de cette réaction peut être amélioré en remplaçant l'eau par l'ion hydroxyde HO^- . On parle d'hydrolyse basique d'un ester : on obtient alors l'ion carboxylate au lieu de l'acide carboxylique.



La première étape du mécanisme est donnée dans le **document réponse**.

Identifier, sur le **document réponse**, le site nucléophile et le site électrophile intervenant dans cette étape. Expliquer la formation ou la rupture des liaisons en utilisant le formalisme des flèches courbes.

3. Traitement des déchets hospitaliers : élimination de l'ibuprofène

Différents déchets chimiques d'origine hospitalière peuvent être introduits dans le cycle de l'eau, ce qui peut être néfaste pour l'homme et les organismes aquatiques. Certains déchets sont nocifs même à faible concentration et présentent une faible biodégradabilité. C'est le cas de l'ibuprofène qui est utilisé comme anti-inflammatoire. Des études montrent que l'ibuprofène peut être éliminé efficacement par dégradation sonochimique.

Des expériences ont été réalisées avec une solution d'ibuprofène de concentration 21 mg.L^{-1} avec une onde acoustique de 300 kHz, à 25°C . Les **documents 3 et 4** montrent l'influence du pH ou de la puissance ultrasonore sur la dégradation sonochimique de l'ibuprofène.

À partir des **documents 3 et 4**, donner en justifiant, les conditions opératoires optimales pour la dégradation sonochimique d'une solution d'ibuprofène.

4. Conclusion

À partir des exemples étudiés et de vos connaissances, expliquer en quoi la sonochimie est une alternative à la chimie dite traditionnelle. Trois arguments sont attendus.

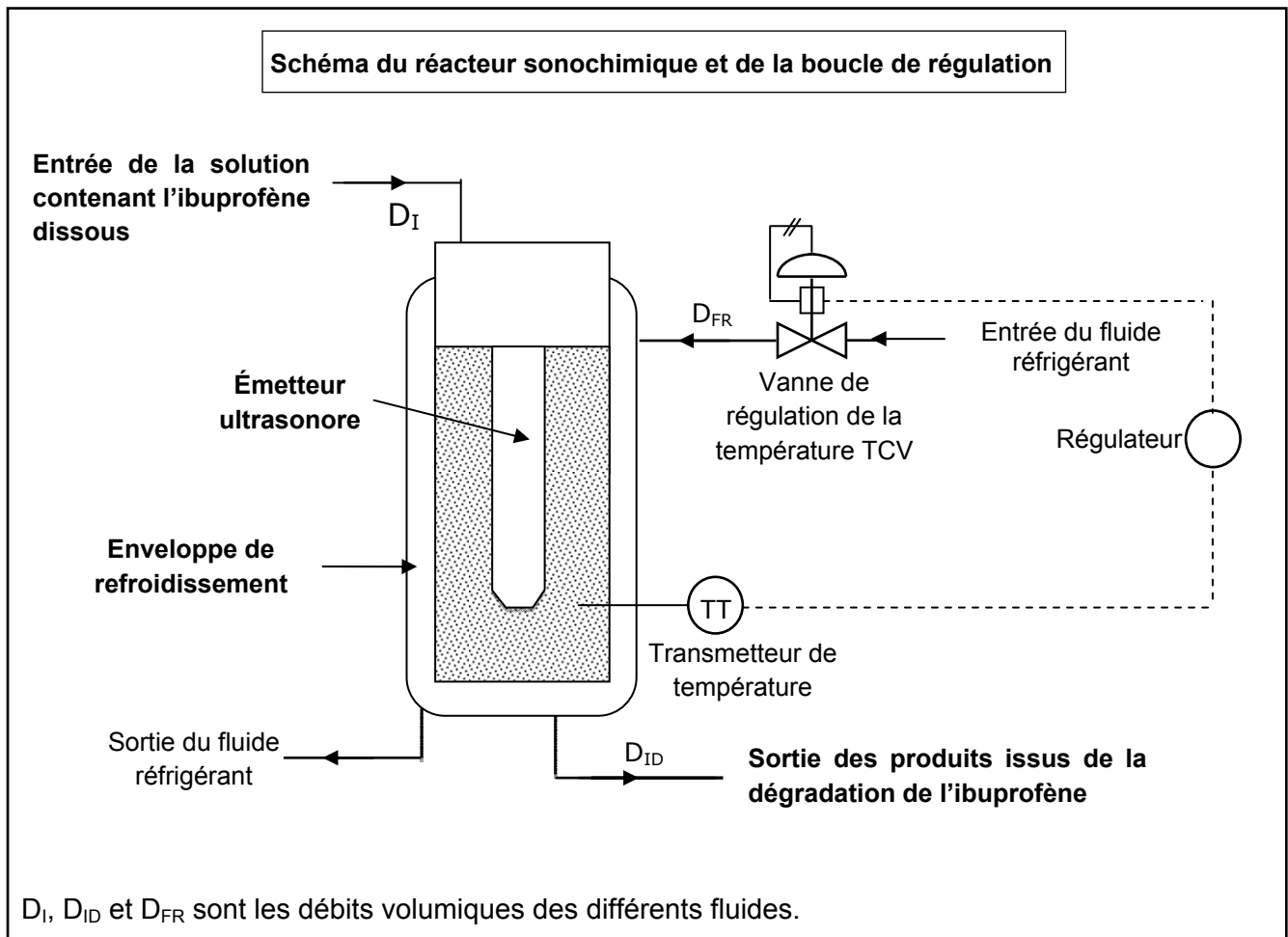
PARTIE B : Maîtriser la température au cœur du réacteur sonochimique

Au cours de la dégradation sonochimique de l'ibuprofène dans un réacteur, des températures élevées apparaissent très localement au cœur des bulles de cavitation. Il est donc impératif de contrôler et de maîtriser la température moyenne dans le réacteur pour que les réactions chimiques attendues s'effectuent normalement. On régule donc la température en modifiant, à l'aide de la vanne (TCV), le débit du fluide réfrigérant R410a qui est délivré par une machine frigorifique du type pompe à chaleur en mode rafraîchissant.

Un réacteur sonochimique simplifié peut être décrit de la façon suivante :

- un émetteur ultrasonore ;
- une enveloppe de refroidissement dans laquelle circule un fluide réfrigérant ;
- une entrée de la solution contenant l'ibuprofène dissous ;
- une sortie des produits issus de la dégradation de l'ibuprofène.

La dégradation sonochimique de l'ibuprofène s'effectue à 25 °C. La température au sein du réacteur est mesurée à l'aide d'une sonde et ne doit jamais dépasser 50 °C.



1. Étude théorique du procédé

- 1.1. Déterminer les grandeurs fonctionnelles réglée et réglante. Citer deux grandeurs perturbatrices de ce procédé de régulation de température.
- 1.2. Compléter le schéma du **document réponse** de la boucle de régulation de température avec les termes suivants : Mesure M, Consigne W, Signal de commande Y.

2. Étude pratique de la boucle de régulation de température

Afin d'évaluer la performance de la boucle de régulation, on envoie un échelon de consigne ΔW et on observe la réponse du système (**chronogrammes du document réponse**). Le cahier des charges précise que l'on souhaite avoir :

- une erreur de précision $E = \frac{\varepsilon}{\Delta W}$ inférieure à 5 %,
- un temps de réponse à 5 %, t_r , inférieur à 5 minutes,
- un dépassement D inférieur à 15 %.

- 2.1. Indiquer les trois qualités d'une boucle de régulation.
- 2.2. En s'aidant du **document 5**, vérifier, sur les chronogrammes du **document réponse**, si les paramètres de réglage du régulateur répondent au cahier des charges. Indiquer clairement les constructions graphiques.

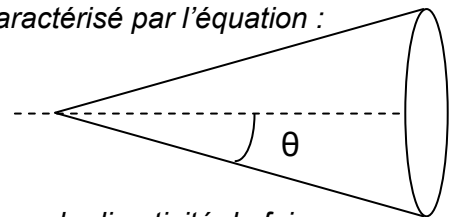
PARTIE C : Choix du type de transducteur ultrasonore

En raison du phénomène de diffraction, le transducteur ultrasonore circulaire génère un faisceau qui présente une certaine ouverture angulaire.

L'onde ultrasonore se propage depuis la source dans un cône caractérisé par l'équation :

$$\sin \theta = \frac{1,2 \times \lambda}{d} \text{ avec } \theta \text{ la moitié de l'angle du cône (en } ^\circ \text{)}$$

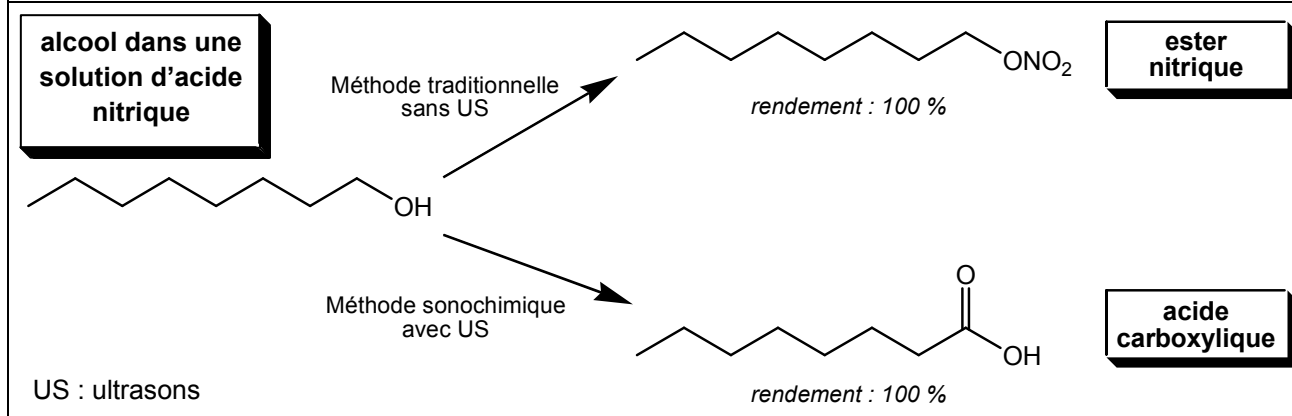
λ la longueur d'onde (en m)
 d le diamètre de la source (en m).



La géométrie des transducteurs a donc une importance majeure sur la directivité du faisceau.

1. Pour obtenir un faisceau très directif, indiquer, en le justifiant, s'il faut choisir :
 - un diamètre du transducteur petit ou grand,
 - une fréquence des ondes ultrasonores basse ou élevée.
2. Les **documents 6 et 7** présentent le principe du diagramme de directivité et ceux obtenus pour deux transducteurs différents notés A et B.
Déterminer graphiquement pour chacun des émetteurs le niveau d'émission pour un angle de 30°. Comparer la directivité des deux émetteurs.
3. Le **document 8** présente deux bacs à ultrasons différents. Associer à chaque émetteur de la question 2 (transducteur A ou B) le type de bac adapté. Justifier la réponse.

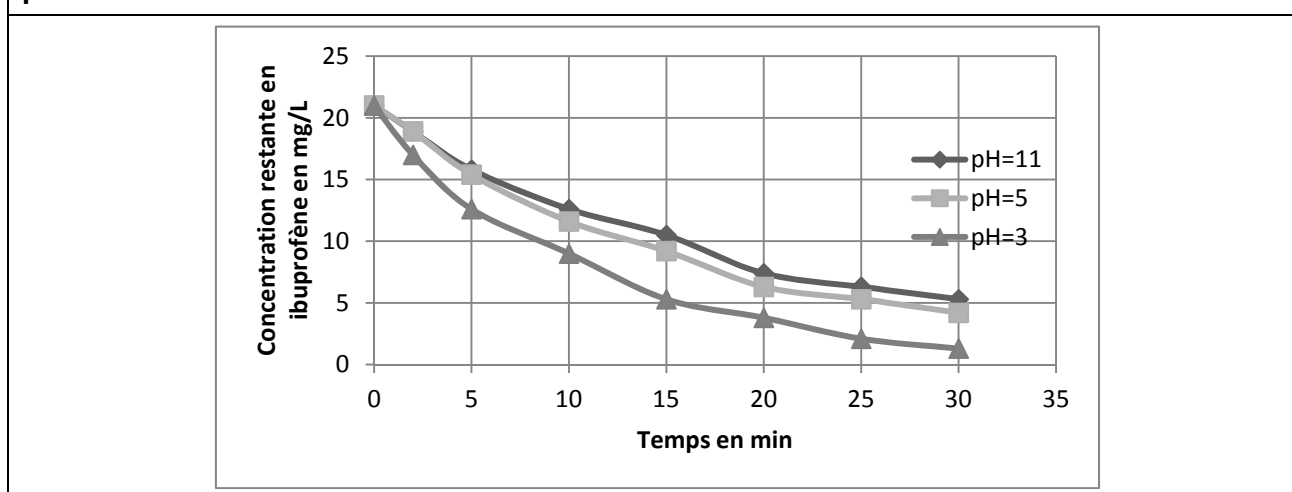
Document 1 : Action de l'acide nitrique sur un alcool



Document 2 : Différents protocoles d'hydrolyse d'un ester

| Protocole 1 : hydrolyse acide | Protocole 2 : hydrolyse basique | Protocole 3 : hydrolyse sonochimique |
|---|--|---|
| $V_1 = 80$ mL d'éthanoate de méthyle (soit une mole) $V_2 = 20$ mL d'eau Quelques gouttes d'acide sulfurique concentré (catalyseur) | $V_1 = 80$ mL d'éthanoate de méthyle (soit une mole) $V_2 = 100$ mL de solution d'hydroxyde de sodium à 6 mol.L^{-1} $V_3 = 60$ mL d'éthanol (solvant) | $V_1 = 80$ mL d'éthanoate de méthyle (soit une mole) $V_2 = 20$ mL d'eau |
| Chauffage à reflux 1h30 | Chauffage à reflux 1h30 | Température ambiante 60 minutes dans un réacteur sonochimique. |
| Quantité d'acide carboxylique obtenu pour 1 mol d'ester ayant réagi (après purification) | | |
| 0,33 mol | 0,75 mol | 0,94 mol |

Document 3 : Influence du pH sur la dégradation sonochimique de l'ibuprofène pour une puissance ultrasonore de 80 W

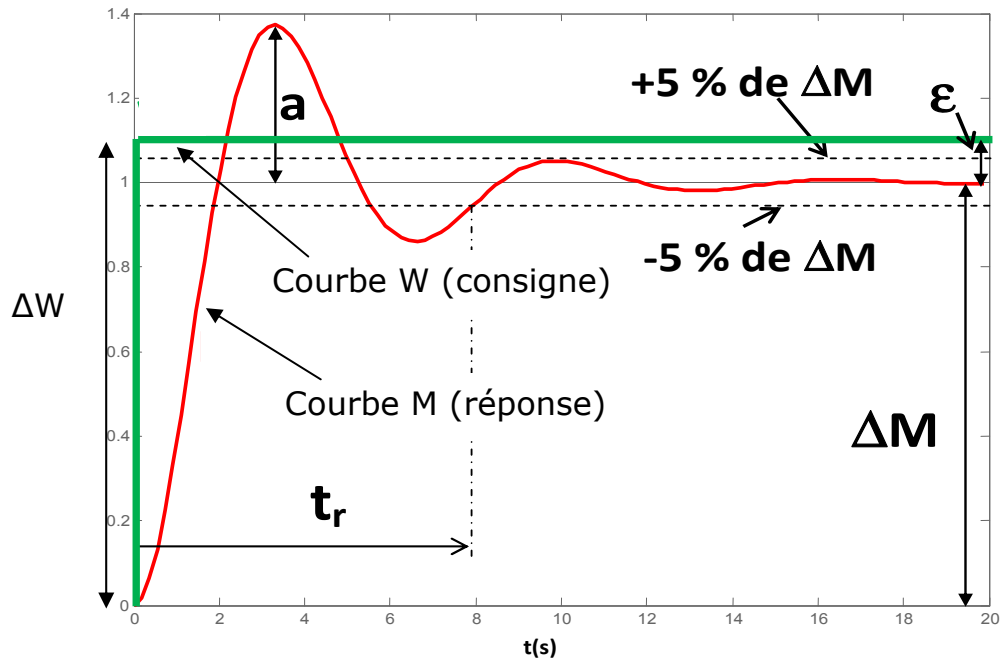


Document 4 : Influence de la puissance ultrasonore sur la vitesse de dégradation de l'ibuprofène pour pH = 5

| | | | | | |
|--|---|-----|-----|-----|-----|
| Puissance ultrasonore (W) | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 |
| Vitesse initiale de dégradation de l'ibuprofène ($\mu\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$) | 0 | 1,2 | 2,5 | 3,5 | 6,0 |

Document 5 : Critères de performance d'une boucle de régulation

La réponse à un échelon de consigne ΔW permet de déterminer les critères de performance de la boucle de régulation :



La précision s'évalue en mesurant l'écart $\varepsilon = M - W$ quand le système s'est stabilisé après l'échelon de consigne. C'est l'écart statique.

On considère que le système réglé est précis si $\varepsilon = 0$.

La rapidité s'évalue en mesurant le temps de réponse à 5 % en boucle fermée (t_r). Pour le déterminer, on trace les deux asymptotes à $\pm 5\%$ de ΔM (c'est à dire 95 % et 105 %). Le temps de réponse t_r est la durée séparant l'échelon de consigne et l'instant où la valeur de M reste toujours comprise entre ces deux asymptotes sans en ressortir.

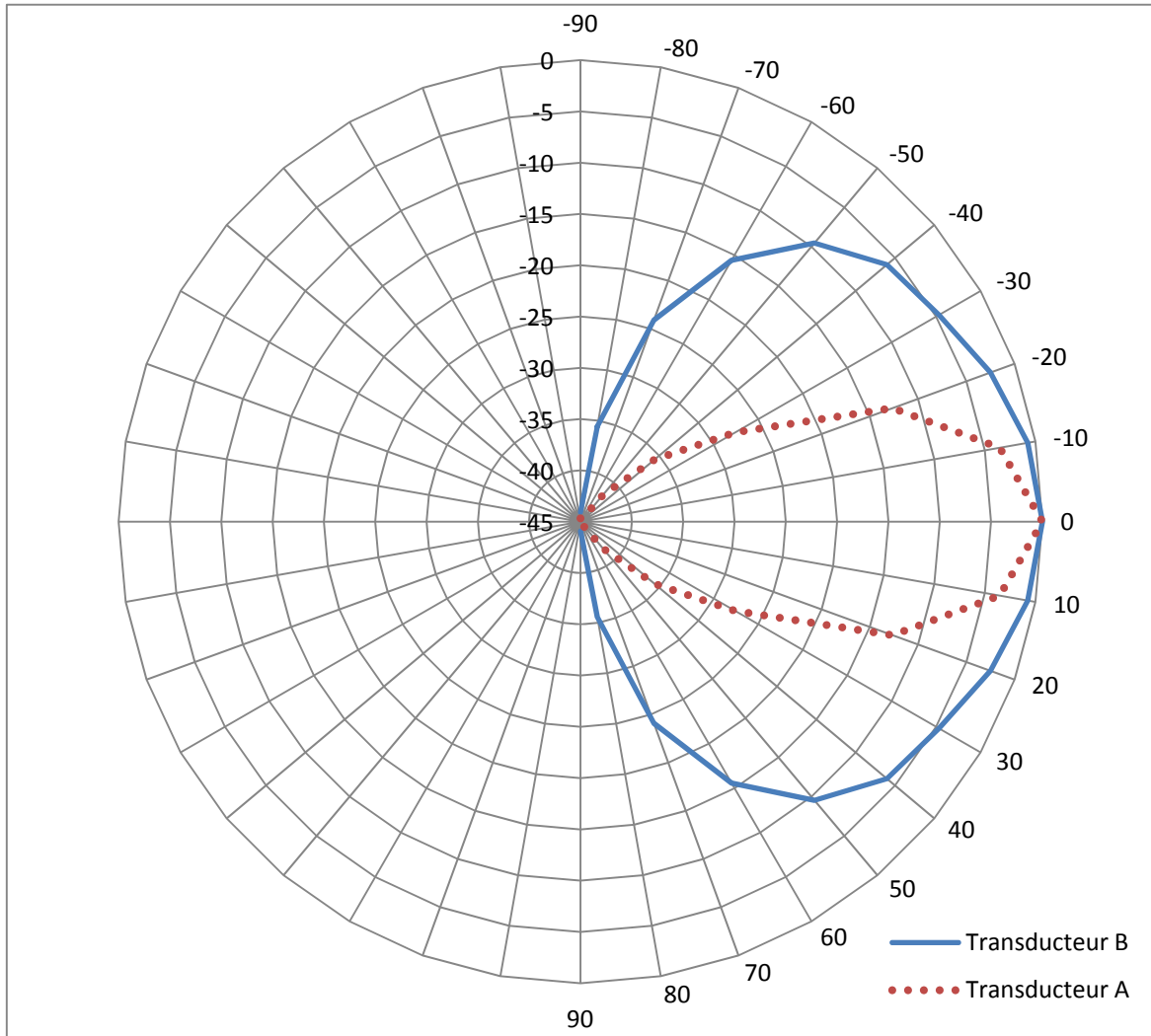
L'amortissement est caractérisé par la valeur relative du dépassement : $D = \frac{a}{\Delta M}$. En général, le système est considéré comme bien amorti lorsque D est inférieur à 15 %.

Document 6 : Principe du diagramme de directivité

La directivité d'un émetteur est son aptitude à émettre des ultrasons suivant une ou plusieurs directions. L'axe de l'émetteur est l'axe défini par l'angle $\alpha = 0^\circ$, la cellule émettrice pointant vers la graduation 0° . On déplace un récepteur d'ultrasons le long d'un cercle centré sur l'émetteur. Chaque position du récepteur est repérée par un angle α .

Le diagramme de directivité représente le niveau d'émission L, exprimé en dB, en fonction de l'angle α . Une valeur négative de L traduit qu'un émetteur émet moins puissamment les ultrasons dans la direction d'angle α que dans la direction de référence (0°).

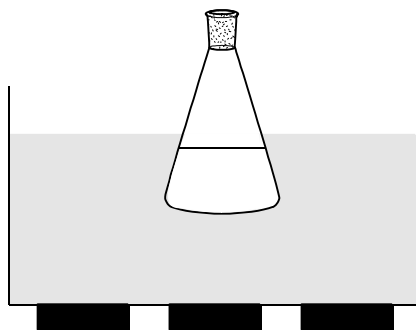
Document 7: Diagramme de directivité de deux émetteurs



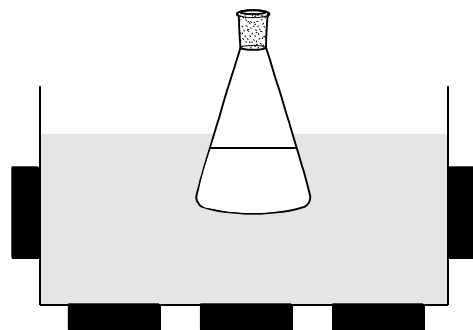
Le niveau d'émission est exprimé en dB (échelle de -45 dB à 0 dB).

Les angles sont exprimés en degrés (échelle de -90° à +90°).

Document 8 : Exemples de bacs à ultrasons



Bac à ultrasons usuel

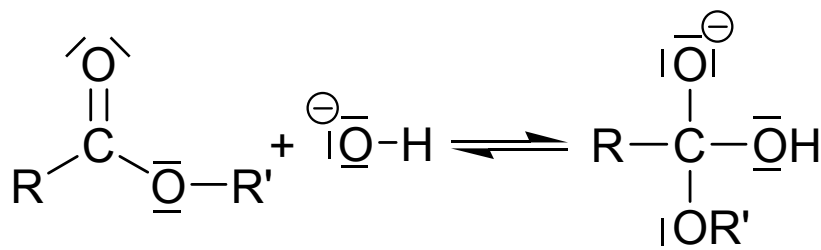


Bac à ultrasons à faisceaux orthogonaux

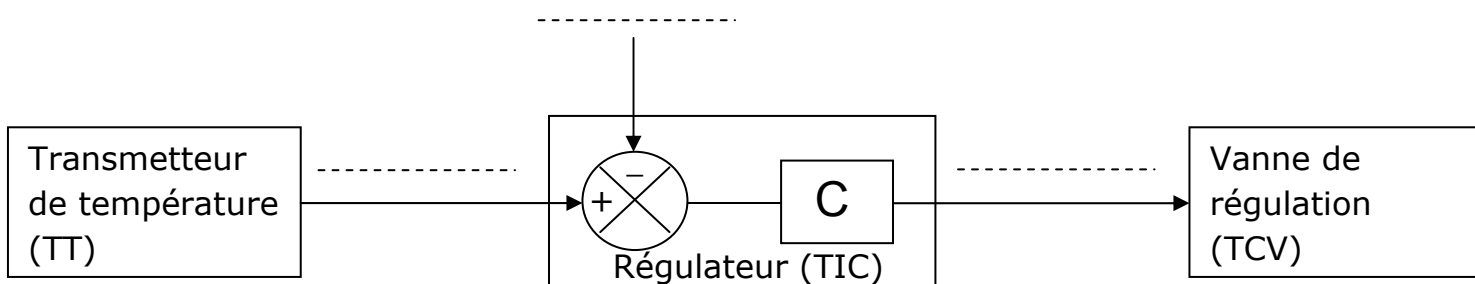
■ : Emetteur ultrasonore

DOCUMENT REPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

Partie A : Question 2.2. : protocole 2, première étape du mécanisme réactionnel



Partie B : Question 1.2. : schéma de la boucle de régulation



Partie B : Question 2.2.

