BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Obligatoire

SESSION 2006

PHYSIQUE – CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 h 30 - Coefficient : 6

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 1 exercice de CHIMIE et 2 exercices de PHYSIQUE présentés sur 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.

Ce sujet comporte 3 annexes, à rendre avec votre copie en fin d'épreuve.

Le candidat doit traiter les 3 exercices, qui sont indépendants les uns des autres :

Exercice n°1 : La chimie au service de la parfumerie
Exercice n°2 : Principe d'une minuterie
Exercice n°3 : La houle

Il sera tenu compte de la qualité de la présentation et de la précision des résultats numériques en fonction de la précision des données fournies par l'énoncé (emploi correct des chiffres significatifs).

6PYOSG11

Page 1 sur 10

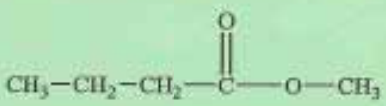
Exercice n°1 (6,5 points)

LA CHIMIE AU SERVICE DE LA PARFUMERIE

Pour sa création au printemps 2006, un illustre parfumeur décide d'utiliser l'odeur de pomme et celle de la banane, effluves de son nouveau parfum. Il choisit d'utiliser l'arôme naturel de pomme mais, pour des raisons économiques, de synthétiser une molécule à odeur de banane.

1. UN PARFUM DE POMME

Une des molécules présentes dans l'arôme naturel de pomme est un ester E de formule semi-développée :



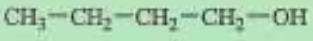
1.1. Nommer l'ester E.

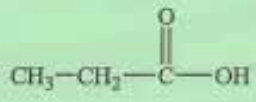
1.2. Écrire les formules semi-développées de l'acide carboxylique et de l'alcool qui permettent la synthèse de cet ester.

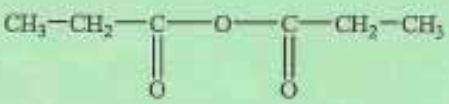
1.3. Écrire l'équation associée à la réaction d'estérification.

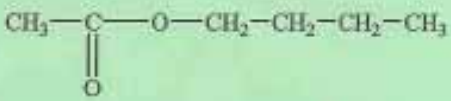
L'arôme naturel de pomme est un mélange complexe constitué d'un grand nombre de molécules, dont deux esters. Le premier est l'ester E étudié dans la question précédente ; le second est l'éthanoate de butyle, noté B.

1.4. On donne ci-dessous les formules de plusieurs molécules : identifier et recopier celle de l'ester B.





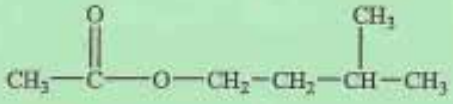




1.5. Le parfumeur désire extraire uniquement l'ester E de l'arôme naturel de pomme. Il procède à une distillation fractionnée. Légender le montage qu'il utilise pour réaliser cette extraction, donné en **ANNEXE 1 (à rendre avec la copie).**

2. UN PARFUM DE BANANE

L'ester à odeur de banane se nomme éthanoate d'isoamyle ou éthanoate de 3-méthylbutyle, en nomenclature officielle. Sa formule semi-développée est :

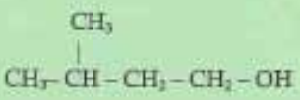


Le parfumeur décide de synthétiser cet ester, son extraction étant trop coûteuse. Il utilise alors un mélange d'acide éthanoïque et d'alcool isoamylique, de formules semi-développées respectives :

Acide éthanoïque



Alcool isoamylique



Avant de se lancer dans une production à grande échelle, le parfumeur décide de réaliser l'expérience. Pour cela, il introduit dans un erlenmeyer 1,00 mol d'acide éthanoïque et 1,00 mol d'alcool isoamylique. Le mélange est maintenu à température constante. Il prélève régulièrement un échantillon du mélange qu'il refroidit brutalement puis il dose l'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium. La quantité de matière d'acide est notée n_A. Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

t (en h)	0	1	2	4	6	8	10	15	20	25
n_A (en mol)	1,00	0,82	0,70	0,54	0,46	0,41	0,38	0,35	0,34	0,34

2.1. Le tableau descriptif de l'évolution du système est donné ci-dessous. L'avancement à une date t est noté x.

Équation de la réaction		acide éthanoïque +	alcool isoamylique =	éthanoate d'isoamyle +	eau
État du système	x (en mol)	Quantités de matière (en mol)			
État initial	0	$(n_A)_i = 1{,}00$ mol	$(n_{alcool})_i$	0	0
Date t	x	n_A	n_{alcool}	n_{ester}	n_{eau}
État final	x_f	$(n_A)_f$	$(n_{alcool})_f$	$(n_{ester})_f$	$(n_{eau})_f$

2.1.1. Calculer la quantité de matière d'ester n_{ester} formée aux dates des prélèvements. Compléter le tableau de mesures donné en **ANNEXE 1 (à rendre avec la copie)**. Justifier votre réponse en utilisant le tableau descriptif de l'évolution du système donné ci-dessus.

2.1.2. En utilisant le tableau descriptif de l'évolution du système, déterminer la valeur de l'avancement x_f à l'état final. Justifier votre réponse.

2.1.3. L'avancement maximal x_{max} de cette réaction vaut 1,00 mol. Définir le taux d'avancement final τ de la transformation. Le calculer.

2.1.4. Cette transformation est-elle totale ? Justifier votre réponse.

2.1.5. Comment augmenter la valeur du taux d'avancement final pour cette réaction ? Deux réponses sont demandées.

2.2. La courbe représentant la quantité de matière d'ester formé en fonction du temps est donnée en **ANNEXE 1 (à rendre avec la copie)**. On notera cette courbe $n_{ester} = f(t)$.

2.2.1. À l'aide de la courbe $n_{ester} = f(t)$, interpréter qualitativement la variation de la vitesse de réaction au cours du temps. Quel facteur cinétique permet d'expliquer cette évolution ?

2.2.2. Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

2.2.3. En utilisant la courbe $n_{ester} = f(t)$, déterminer graphiquement le temps de demi-réaction de cette synthèse. Faire apparaître clairement la construction réalisée sur le graphique.

2.2.4. Quel est le but du refroidissement brutal effectué avant chaque dosage ?

2.2.5. Le parfumeur décide de refaire l'expérience à une température plus élevée. Représenter, sur le même graphique que celui représentant $n_{ester} = f(t)$, l'allure de la courbe obtenue dans ces conditions.

Exercice n°2 (5,5 points)

PRINCIPE D'UNE MINUTERIE.

1. ÉTUDE THÉORIQUE D'UN DIPÔLE RC SOUMIS À UN ÉCHELON DE TENSION.

Le montage du circuit électrique schématisé ci-dessous (figure 1) comporte :
- un générateur idéal de tension de force électromotrice E = 12,0 V ;
- un conducteur ohmique de résistance R inconnue ;
- un condensateur de capacité C = 120 µF ;
- un interrupteur K.

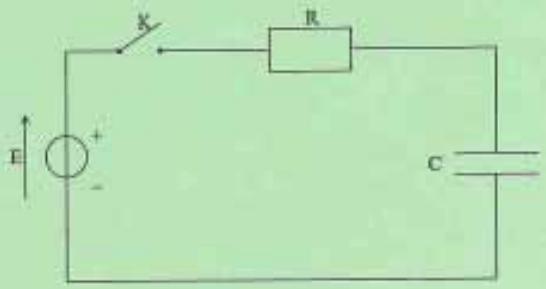


Figure 1

Le condensateur est initialement déchargé.
À la date t = 0, on ferme l'interrupteur K.

Sur le schéma du circuit donné en **ANNEXE 2 (figure 1 à rendre avec la copie)**, une flèche représente le sens de circulation du courant d'intensité i dans le circuit. Ce sens sera considéré comme le sens positif. Par ailleurs, on note q la charge de l'armature du condensateur qui se chargera positivement.

1.1. En utilisant la convention récepteur, représenter par des flèches sur la figure 1 de **l'ANNEXE 2** les tensions u_C aux bornes du condensateur et u_R aux bornes du conducteur ohmique.

1.2. Donner l'expression de u_R en fonction de i.

1.3. Donner l'expression de i en fonction de la charge q du condensateur.

1.4. Donner la relation liant q et u_C.

1.5. En déduire l'expression de i en fonction de la capacité C et de la tension u_C.

1.6. En appliquant la loi d'additivité des tensions, établir une relation entre E, u_R et u_C.

1.7. Établir l'équation différentielle notée (I) à laquelle obéit u_C.

1.8. $u_C = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$, avec $\tau = RC$, est solution de l'équation différentielle (I).

1.8.1. Vérifier que est $u_C = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ est solution de l'équation différentielle (I).

1.8.2. De même, vérifier que $u_C = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ respecte la condition initiale.

1.9. On s'intéresse à la constante de temps du dipôle RC : $\tau = RC$.

1.9.1. Par une analyse dimensionnelle, vérifier que le produit $\tau = RC$ est bien homogène à une durée.

1.9.2. À l'aide de la courbe $u_C = f(t)$ donnée en **ANNEXE 2 (figure 2 à rendre avec la copie)**, déterminer graphiquement la valeur de τ par la méthode de votre choix. La construction qui permet la détermination de τ doit figurer sur la courbe $u_C = f(t)$.

1.9.3. En déduire la valeur de la résistance R. Cette valeur sera donnée avec deux chiffres significatifs.

2. APPLICATION.

Au dipôle RC précédemment étudié, on associe un montage électronique qui commande l'allumage d'une lampe :

- la lampe s'allume lorsque la tension u_C aux bornes du condensateur est inférieure à une valeur limite $u_{al} = 6{,}0$ V ;
- la lampe s'éteint dès que la tension u_C aux bornes du condensateur est supérieure à cette valeur limite $u_{al} = 6{,}0$ V.

Le circuit obtenu (figure 3) est le suivant :

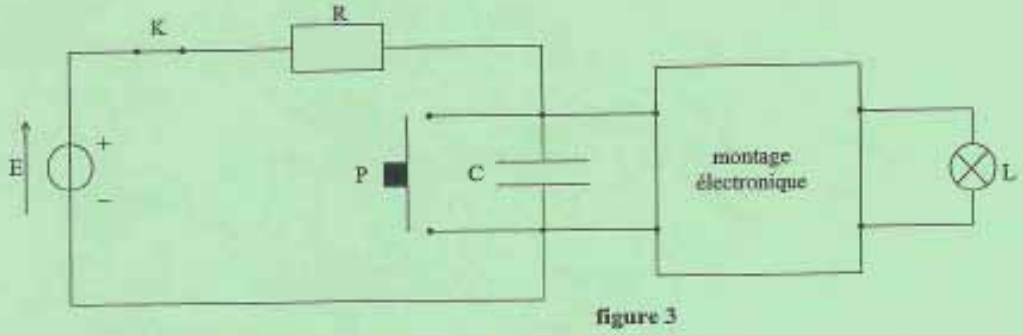


figure 3

Fonctionnement du bouton poussoir :

Lorsqu'on appuie sur le bouton poussoir, ce dernier entre en contact avec les deux bornes du condensateur et se comporte comme un fil conducteur de résistance nulle. Il provoque la décharge instantanée du condensateur.

Lorsqu'on relâche le bouton poussoir, ce dernier se comporte alors comme un interrupteur ouvert.

2.1. Le condensateur est initialement chargé avec une tension égale à 12 V, la lampe est éteinte. On appuie sur le bouton poussoir P.
Que devient la tension aux bornes du condensateur u_C pendant cette phase de contact ?
La lampe s'allume-t-elle ? Justifier la réponse.

2.2. On relâche le bouton poussoir.

2.2.1. Comment évolue qualitativement la tension aux bornes du condensateur au cours du temps ?

2.2.2. La constante de temps du dipôle RC utilisé est $\tau = 25$ s.
Comment évolue l'état de la lampe aussitôt après avoir relâché le bouton poussoir ?

2.2.3. En vous aidant de la solution de l'équation différentielle (donnée à la question 1.8.1.), donner l'expression littérale de la date t_{al} à laquelle la tension aux bornes du condensateur atteint la valeur limite u_{al} en fonction de u_{al}, E et τ.

2.2.4. Calculer la valeur de t_{al} durée d'allumage de la lampe.

2.2.5. Retrouver graphiquement la valeur de t_{al} à l'aide de la courbe $u_C = f(t)$ fournie **en ANNEXE 2 (figure 2 à rendre avec la copie)**. Indiquer clairement cette durée sur le graphe.

2.3. La tension aux bornes du générateur E étant constante, on voudrait augmenter la durée d'allumage.
Quels sont les deux paramètres du circuit électrique de la figure 1 sur lesquels on peut agir ? Préciser pour chacun d'entre eux comment ils doivent varier.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice n°3 (4 points)

LA HOULE

On s'intéressera dans cet exercice à l'étude de la houle en haute mer, à savoir en eau profonde, et aux caractéristiques de celle-ci en fonction d'une échelle en intensité appelée *échelle de Beaufort*.

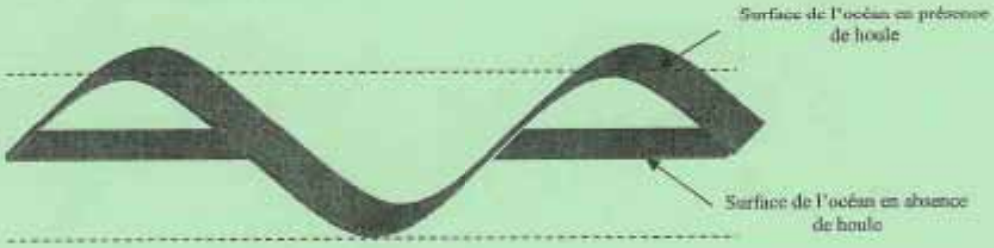
Dans une revue maritime traitant du sujet, on peut lire le texte suivant :

> *Lorsque le vent souffle sur une mer calme, le frottement de l'air crée de petites rides puis des vaguelettes et enfin des vagues à mesure que la vitesse du vent augmente. L'ensemble de ces vagues, généré sur un intervalle de temps plus ou moins long, constitue la houle. Cette houle peut être décrite à l'aide de trois paramètres.*
>
> • *La* ***hauteur h****, définie comme la distance verticale entre le sommet de la crête et le fond du creux de la vague.*
>
> • *La* ***longueur L****, comme la distance entre deux crêtes ou deux creux successifs.*
>
> • *La* ***cambrure****, définie comme le rapport de sa* ***hauteur*** *sur sa* ***longueur****.*

Ainsi le phénomène de la houle peut être considéré comme une onde mécanique. Aussi on assimilera dans tout l'exercice la houle à une onde progressive périodique sinusoïdale rectiligne dont les paramètres caractéristiques peuvent varier suivant l'état de la mer.

1.

1.1. Le schéma qui suit représente la surface de l'eau affectée par la houle à un instant donné. Placer sur le schéma identique donné **en ANNEXE 3 (à rendre avec la copie)** les paramètres « *hauteur* » et « *longueur* »



1.2. A quelle grandeur spatiale, caractéristique d'un phénomène ondulatoire, est associé le terme «*longueur* » du texte d'introduction ? Quelle est sa définition ?

1.3. Quelle grandeur temporelle permet de caractériser une onde mécanique ? Quelle est sa définition ?

L'échelle de Beaufort établie en 1805 – du nom de l'amiral de la marine britannique *Francis Beaufort* - graduée de 0 à 12 permet de caractériser la vitesse des vents. L'état de la mer étant directement lié à la vitesse du vent, cette échelle permet également de caractériser l'état de la mer et donc les conditions de navigation.

Le tableau qui suit présente les derniers degrés d'une échelle de Beaufort simplifiée que le candidat utilisera dans la suite de l'exercice.

échelle de Beaufort simplifiée	
Degré sur l'échelle	**Hauteur h de la houle** (en mètres)
5	2,0
6	3,0
7	4,0
8	5,5
9	7,0
10	9,0
11	11,5
12	14,0

On se place dans le cas où la cambrure des vagues notée Ca est telle que $Ca = \frac{1}{7}$. On gardera cette valeur de cambrure pour tout le reste de l'exercice.

2.
2.1. Donner l'expression reliant la hauteur h des vagues, leur longueur L et leur cambrure Ca.

2.2. Déterminer alors la longueur des vagues **pour les degrés 6, 8, 10 et 12** de l'échelle de Beaufort.

On placera les valeurs dans le tableau fourni en ANNEXE 3 à rendre avec la copie.

3.
3.1. Donner l'expression reliant la longueur L de la question **1.2,** la célérité v de l'onde et sa période T.

3.2. En déduire l'expression reliant la longueur L, la célérité v et la fréquence f de l'onde associée.

3.3. Le tableau fourni en **ANNEXE 3** donne également les périodes associées aux différents degrés de l'échelle. Pour **les degrés 7 et 10** de l'échelle de Beaufort déterminer la célérité v de l'onde associée.

On placera les valeurs dans le tableau fourni en ANNEXE 3 à rendre avec la copie.

4.
4.1. On donne en **ANNEXE 3** la courbe traduisant l'évolution $v^2 = f(L)$.
Quel est le type de courbe obtenue ? Quelle expression mathématique simple relie alors le carré de la célérité à la longueur ?

4.2. Calculer alors le coefficient k caractéristique de cette relation. On précisera l'unité de cette grandeur.

5.
5.1. Rappeler la définition d'un milieu dispersif.

5.2. En utilisant la relation établie à la question **3.2** et celle établie à la question **4.2** déterminer l'expression littérale reliant la célérité v de la houle à sa fréquence f.

5.3. Conclure quant à la nature dispersive de ce milieu.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE 1 (à rendre avec la copie)

Montage de la distillation fractionnée

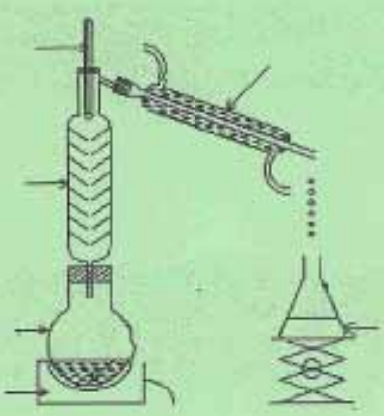
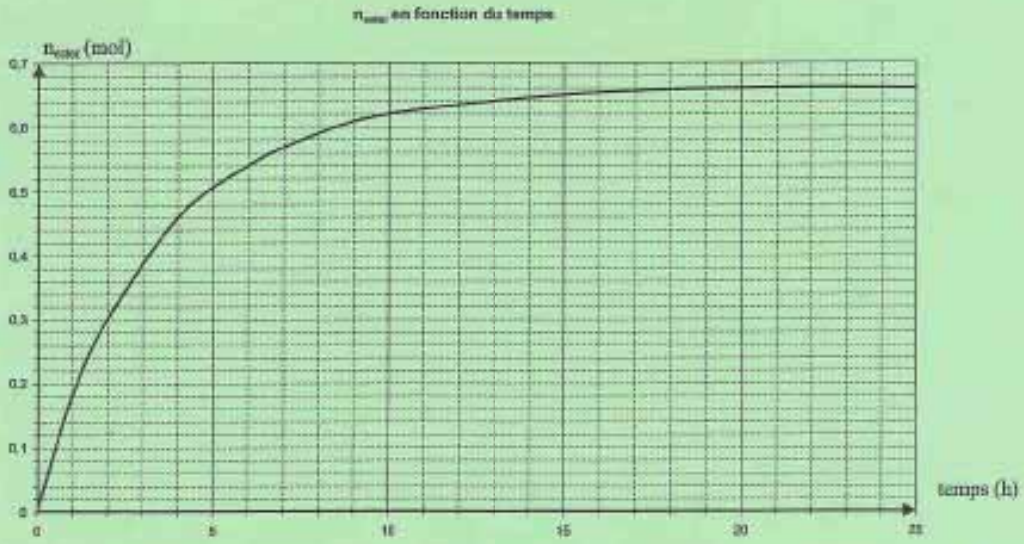


Tableau de mesures de la question 2.1.1

t (en h)	0	1	2	4	6	8	10	15	20	25
n_A (en mol)	1,00	0,82	0,70	0,54	0,46	0,41	0,38	0,35	0,34	0,34
n_{ester} (en mol)	0		0,30					0,65		0,66

Courbe représentant la quantité de matière d'ester formé en fonction du temps



Page 8 sur 10

6PYOSG11

ANNEXE 2 (à rendre avec la copie)

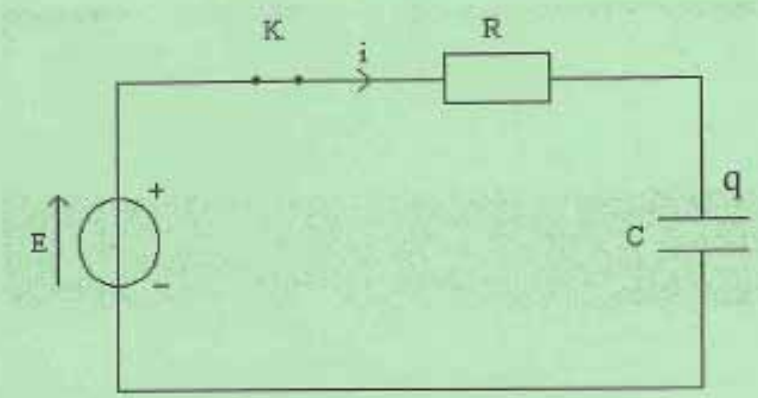


Figure 1

Courbe $u_C = f(t)$

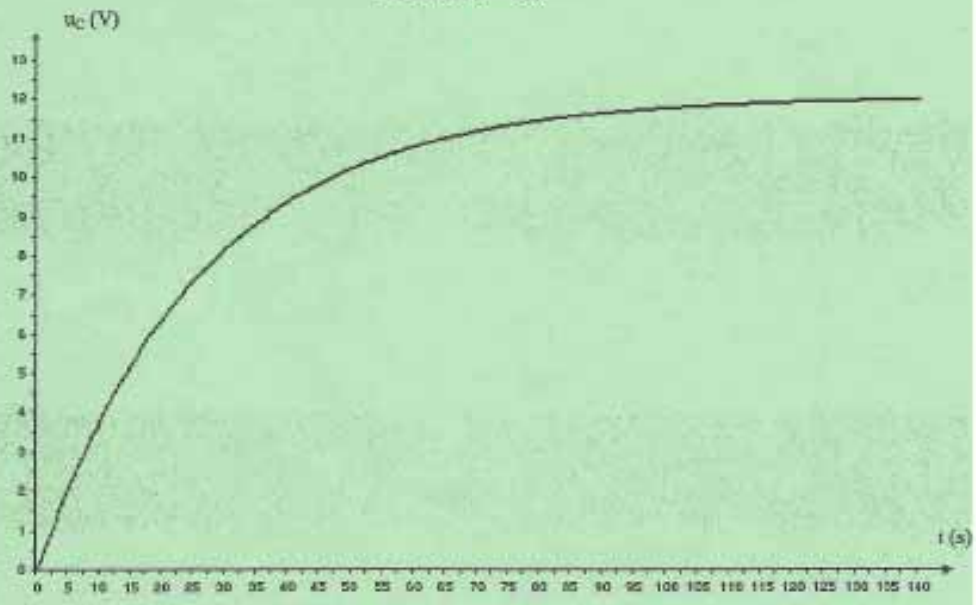


Figure 2

Page 9 sur 10

6PYOSG11

ANNEXE 3 (à rendre avec la copie)

Schéma de la houle

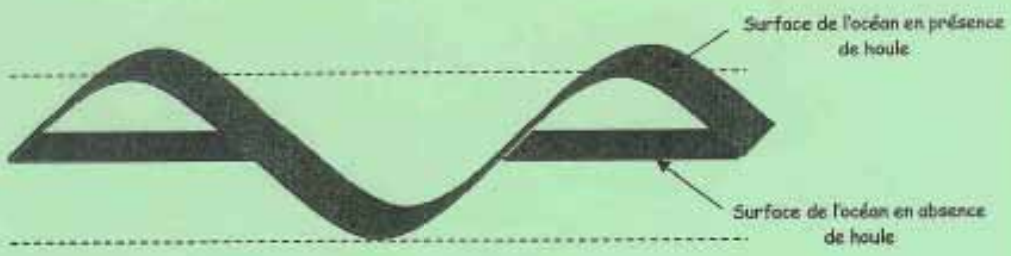


Tableau de valeurs relatif aux questions 2.2 et 3.3

Echelle de Beaufort	5	6	7	8	9	10	11	12
Hauteur h de la houle (en m)	2,00	3,00	4,00	5,50	7,00	9,00	11,5	14,0
Longueur L (en m)	14,0		28,0		49,0		80,5	
Période T (en s)	2,10	2,60	3,00	3,50	4,00	4,50	5,10	5,60
Célérité v (en $m.s^{-1}$)	6,67	8,08		11,0	12,3		15,8	17,5

Les cases blanches sont à compléter par le candidat

Graphe relatif à la question 4.1

