2006 Afrique **EXERCICE III : LA HOULE (4 points)**

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*.

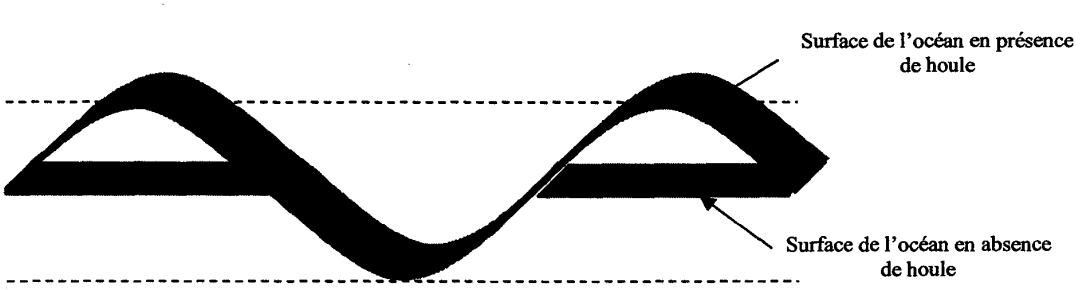
Dans une revue maritime traitant du sujet, on peut lire le texte suivant :

> *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 (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 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** 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 à rendre avec la copie.

4.
4.1. On donne en **ANNEXE** 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.

ANNEXE (à rendre avec la copie)

Schéma de la houle

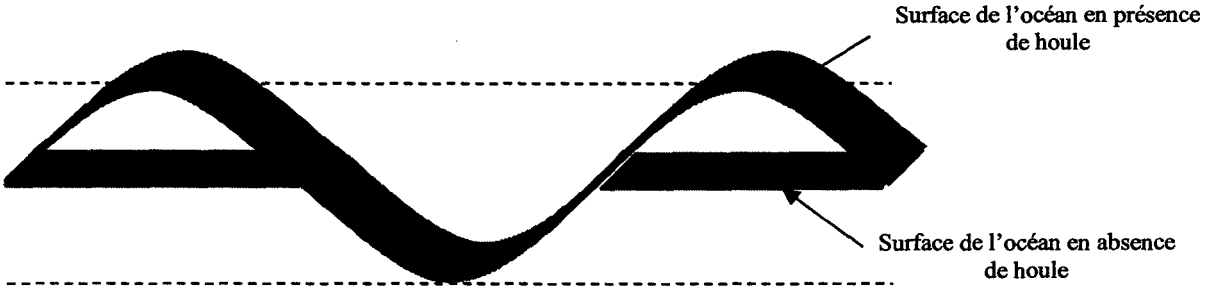


Tableau de valeurs relatif aux questions 2.2 et 2.3

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

