13PYSCOAN1

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2013

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

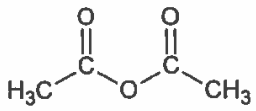
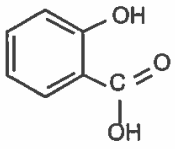
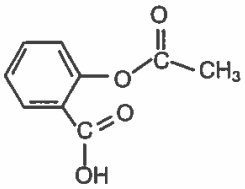
Ce sujet comporte 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14

13PYSCOAN1

EXERCICE I : ASPIRINE ET PRÉVENTION CARDIOVASCULAIRE (8,5 points)

L'une des propriétés pharmacologiques de l'aspirine est d'être un fluidifiant du sang. C'est pourquoi l'aspirine peut être utilisée de manière préventive pour diminuer le risque de formation de caillots sanguins responsables des accidents vasculaires cérébraux (AVC).
L'aspirine est alors prescrite à faible dose : 75 à 150 mg / jour.

Données :

Nom	Formule de la molécule	Propriétés
Anhydride éthanoïque (ou acétique)		• Masse molaire : 102 $g.mol^{-1}$ • Masse volumique : μ = 1,082 $kg.L^{-1}$ • Liquide incolore d'odeur piquante • Température d'ébullition sous pression normale : 136,4 °C • Soluble dans l'eau et l'éthanol
Acide salicylique		• Masse molaire : 138 $g.mol^{-1}$ • Solide blanc • Température de fusion 159 °C • Peu soluble dans l'eau à froid, soluble à chaud. • Très soluble dans l'alcool et l'éther
Aspirine		• Masse molaire : 180 $g.mol^{-1}$ • Solide blanc, se décompose à la chaleur à partir de 128 °C • Solubilité dans l'eau : 3,3 $g.L^{-1}$ à 25 °C • Très soluble dans l'éthanol

Les parties 1, 2, 3, 4 de l'exercice sont indépendantes.

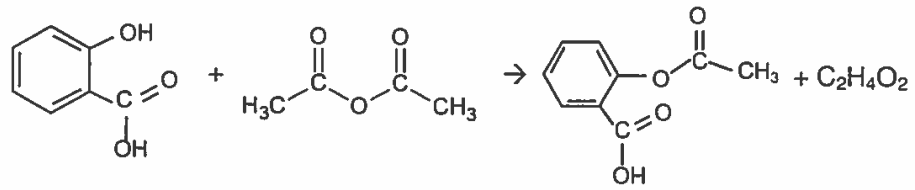
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

13PYSCOAN1

1. Synthèse de l'aspirine

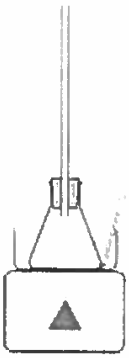
L'aspirine peut être synthétisée à partir d'acide salicylique et d'anhydride éthanoïque. L'équation de la réaction est :



La chromatographie sur couche mince (CCM) est l'une des techniques qui permet de contrôler la réaction chimique.

Protocole :

- Préparer un bain-marie à la température de 70°C ;
- Dans un erlenmeyer, bien sec, sous la hotte, introduire :
  - 10,0 g d'acide salicylique ;
  - 14,0 mL d'anhydride acétique ;
  - quelques grains de pierre ponce.
- Réaliser un premier prélèvement du milieu réactionnel en vue d'une analyse par CCM ;
- Adapter un réfrigérant à air sur l'erlenmeyer ;
- À la date t = 0, placer l'erlenmeyer dans le bain-marie ;
- Laisser réagir pendant une vingtaine de minutes tout en réalisant quatre nouveaux prélèvements du milieu réactionnel toutes les quatre minutes.



1.1. Obtention de l'aspirine :

1.1.1. Montrer que l'anhydride éthanoïque est introduit en excès.

1.1.2. Calculer la masse attendue d'aspirine lors de cette synthèse.

1.2. Suivi par chromatographie :

1.2.1. Proposer un protocole expérimental pour réaliser les différentes chromatographies afin, notamment, de s'assurer de la formation de l'aspirine. La liste du matériel et des produits disponibles est proposée dans le **document** 1 ci-dessous.

Document 1 : matériel disponible pour effectuer la chromatographie.
Plaques pour CCM - capillaires - éluant - cuve à chromatographie - aspirine pur du commerce dissous dans un solvant - acide salicylique pur dissous dans un solvant - lampe UV ou solution de permanganate de potassium.

1.2.2. Quelles particularités doit présenter le chromatogramme obtenu avec le dernier prélèvement, en admettant que le système réactionnel est alors dans son état final ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

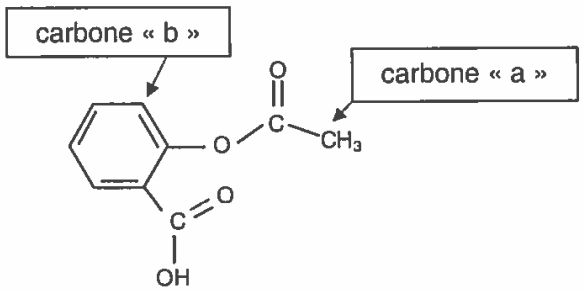
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Analyse spectrale des espèces chimiques intervenant dans la synthèse de l'aspirine

2.1. Spectre RMN de la molécule d'aspirine.

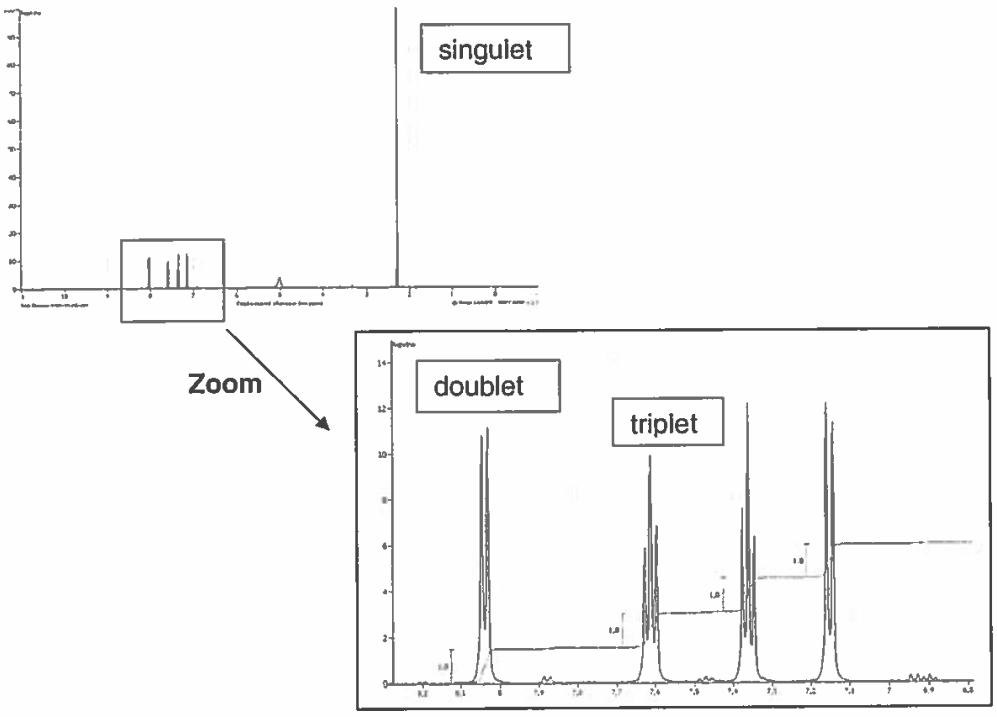
2.1.1. Recopier la formule de la molécule d'aspirine et identifier les deux groupes caractéristiques présents dans cette molécule. Les nommer.

2.1.2. Deux carbones particuliers sont repérés par les lettres « a » et « b » dans la formule de la molécule d'aspirine reproduite ci-dessous :



Expliquer pourquoi les atomes d'hydrogène liés au carbone « a » correspondent au singulet du spectre RMN de la molécule d'aspirine reproduit dans le **document 2** ci-après.
Justifier de même que le doublet de ce spectre RMN correspond à l'atome d'hydrogène lié au carbone « b ».

Document 2 : spectre RMN de la molécule d'aspirine.



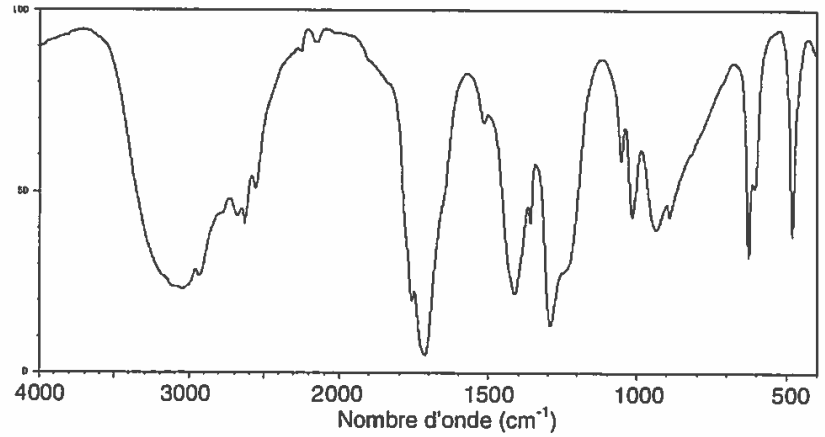
2.2. Spectre IR de la molécule d'acide éthanoïque.

L'autre produit issu de la synthèse de l'aspirine est l'acide éthanoïque de formule brute $C_2H_4O_2$.

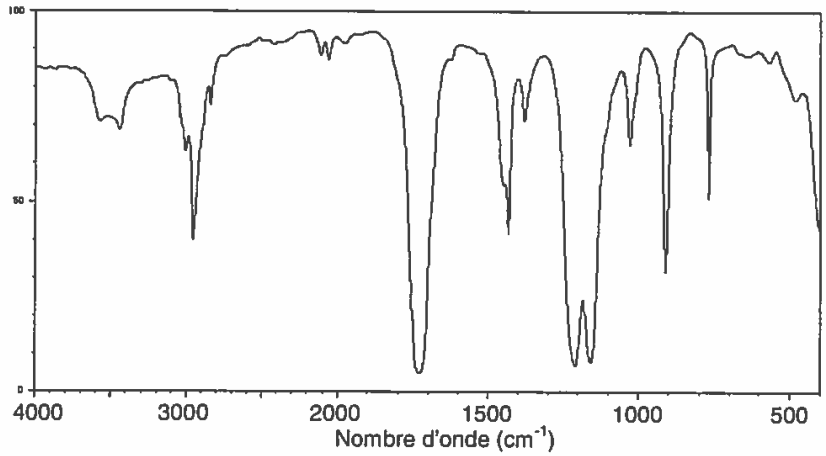
2.2.1. Donner la formule semi-développée de l'acide éthanoïque et du méthanoate de méthyle qui est un isomère de l'acide éthanoïque.

2.2.2. Les spectres infrarouges de ces deux espèces chimiques sont regroupés dans le **document 3** ci-dessous. Une table de données de spectroscopie infrarouge est également fournie (**document 4**).
Identifier celui qui appartient à l'acide éthanoïque en justifiant.

Document 3 : spectres IR de l'acide éthanoïque et du méthanoate de méthyle.



Spectre IR 1



Spectre IR 2

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Document 4 : table de données pour la spectroscopie IR.

famille	liaison	nombres d'onde (cm^{-1})
cétone	C = O	1705 - 1725
aldéhyde	C_{tri}- H	2700 - 2900
	C = O	1720 - 1740
Acide carboxylique	O – H	3200 – 2500
	C = O	1740 - 1800
Ester	C = O	1730 – 1750
Alcool	O – $H_{lié}$	3200 – 3450
	O – H_{libre}	3600 - 3700

3. Dosage d'un sachet d'aspirine

L'étiquette d'un sachet d'aspirine prescrit au titre de la prévention des AVC porte la mention : « Teneur en aspirine : 100 mg »

Un élève se propose de vérifier la teneur en aspirine, notée HA, de ce sachet.

Pour cela, il prépare une solution S en introduisant l'aspirine contenue dans le sachet dans une fiole jaugée, puis en ajoutant de l'eau distillée pour obtenir une solution de volume 500,0 mL.

Il prélève ensuite un volume $V_A = (100,0 \pm 0,1)$ mL de cette solution S qu'il dose avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) de concentration molaire $c_B = (1,00 \pm 0,02) \times 10^{-2}$ mol.L^{-1} en présence de phénolphtaléine. Le volume V_E de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence est : $V_E = 10,7 \pm 0,1$ mL.

3.1. Écrire l'équation de la réaction acido-basique support de ce dosage.

3.2. Déterminer la masse m_{exp} d'aspirine ainsi déterminée.

3.3. Déterminer l'incertitude relative $\frac{\Delta m_{exp}}{m_{exp}}$ dont on admet que, dans les conditions de l'expérience, la valeur est donnée par la relation :

$$\left(\frac{\Delta m_{exp}}{m_{exp}}\right)^2 = \left(\frac{\Delta V_E}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_B}{C_B}\right)^2$$

En déduire un encadrement de la masse m_{exp} obtenue par l'élève.

3.4. L'encadrement obtenu à la question précédente est-il en accord avec la mention portée sur le sachet d'aspirine ? Proposer une explication à l'écart éventuellement observé.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

4. Autre forme d'aspirine, moins agressive pour l'estomac

L'aspirine ou (acide acétylsalicylique) possède une base conjuguée, l'ion acétylsalicylate. Le pKa du couple acide/base ainsi constitué est égal à 3,5.

4.1. Lors de la digestion, le pH de l'estomac est voisin de 2. Quelle est la forme prédominante du couple aspirine/ion acétylsalicylate dans l'estomac ? Justifier.

4.2. Quand l'aspirine reste trop longtemps sous cette forme prédominante dans l'estomac, elle y provoque des lésions gastriques. C'est pourquoi on trouve dans le commerce des formulations différentes, moins agressives pour la paroi de l'estomac, comme la catalgine.

Catalgine (acétylsalicylate de sodium)
- Le médicament est soluble dans l'eau et l'ingestion est facilitée.
- Dans l'estomac, dont le pH est très acide, les ions acétylsalicylate réagissent avec les ions H_3O^+ pour redonner de l'aspirine moléculaire qui précipite. Ce précipité, obtenu sous forme de grains microscopiques, est plus rapidement assimilable.

4.2.1. Écrire la formule semi-développée de l'ion acétylsalicylate.
4.2.2. Expliquer pourquoi la catalgine est soluble dans l'eau.
4.2.3. Donner l'équation de la réaction se produisant dans l'estomac après ingestion de catalgine.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

13PYSCOAN1

EXERCICE II : STATION SPATIALE ISS (6,5 points)

La station spatiale internationale ISS (International Space Station) est à ce jour le plus grand des objets artificiels placés en orbite terrestre à une altitude de 400 km.
Elle est occupée en permanence par un équipage international qui se consacre à la recherche scientifique dans l'environnement spatial.
Jusqu'à présent, trois vaisseaux cargos ATV ont permis de ravitailler la station ISS.



Les parties A et B de cet exercice sont indépendantes.

PARTIE A : Étude du mouvement de la station spatiale ISS

La station spatiale internationale, supposée ponctuelle et notée S, évolue sur une orbite qu'on admettra circulaire, dont le plan est incliné de 51,6° par rapport au plan de l'équateur. Son altitude est environ égale à 400 km.

Données :

- rayon de la Terre : R = 6 380 km
- masse de la station : m = 435 tonnes
- masse de la Terre, supposée ponctuelle : $M = 5{,}98 \times 10^{24}$ kg
- constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ $m^3kg^{-1}s^{-2}$
- altitude de la station ISS : h
- expression de la valeur de la force d'interaction gravitationnelle F entre deux corps A et B ponctuels de masses respectives m_A et m_B, distants de d = AB :

$$F = G\frac{m_A m_B}{d^2}$$

1. Représenter sur un schéma :
   - la Terre et la station S, supposée ponctuelle ;
   - un vecteur unitaire $\vec{u}$ orienté de la station S vers la Terre (T) ;
   - la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur la station S.

   Donner l'expression vectorielle de cette force en fonction du vecteur unitaire $\vec{u}$.

2. En considérant la seule action de la Terre, établir l'expression vectorielle de l'accélération $\vec{a}_s$ de la station dans le référentiel géocentrique, supposé galiléen, en fonction de G, M, h, R et du vecteur unitaire $\vec{u}$.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3. Vitesse du satellite.
   3.1. Montrer que, dans le cas d'un mouvement circulaire, la valeur de la vitesse de la station a pour expression : $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$.
   3.2. Calculer la valeur de la vitesse de la station en $m.s^{-1}$.

4. Combien de révolutions autour de la Terre un astronaute présent à bord de la station spatiale internationale fait-il en 24 h ?

PARTIE B : Ravitaillement de la station ISS



Le 23 mars 2012, un lanceur Ariane 5 a décollé du port spatial de l'Europe à Kourou (Guyane), emportant à son bord le véhicule de transfert automatique (ATV) qui permet de ravitailler la Station Spatiale Internationale (ISS).
Au moment du décollage, la masse de la fusée est égale à $7,8 \times 10^2$ tonnes, dont environ 3,5 tonnes de cargaison : ergols, oxygène, air, eau potable, équipements scientifiques, vivres et vêtements pour l'équipage à bord de l'ATV.

D'après http://www.esa.int/esaCP/Pr_10_2012_p_FR.html

On se propose dans cette partie d'étudier le décollage de la fusée.

Pour ce faire, on se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen.
À la date t = 0 s, le système est immobile.
À la date t = 1 s, la fusée a éjecté une masse de gaz notée m_g, à la vitesse $\vec{v}_g$. Sa masse est alors notée m_f et sa vitesse $\vec{v}_f$.

Données :
- Intensité de la pesanteur à Kourou : $g = 9,78\ N.kg^{-1}$
- Débit d'éjection des gaz au décollage : $D = 2,9 \times 10^3\ kg.s^{-1}$
- Vitesse d'éjection des gaz au décollage : $v_g = 4,0\ km.s^{-1}$

1. Modèle simplifié du décollage
   Dans ce modèle simplifié, on suppose que le système {fusée + gaz} est isolé.
   1.1. En comparant la quantité de mouvement du système considéré aux dates t = 0 s et t, montrer que :

$$\vec{v}_f = -\frac{m_g}{m_f}\vec{v}_g$$

   Quelle est la conséquence de l'éjection de ces gaz sur le mouvement de la fusée ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.2. Après avoir montré numériquement que la variation de la masse de la fusée est négligeable au bout d'une seconde après le décollage, calculer la valeur de la vitesse de la fusée à cet instant.

2. Étude plus réaliste du décollage

2.1. En réalité la vitesse v_f est très inférieure à celle calculée à la question 1.2. En supposant que le système {fusée + gaz} est isolé, quelle force n'aurait-on pas dû négliger ?

2.2. On considère désormais le système {fusée}. Il est soumis à son poids $\vec{P}$ et à la force de poussée $\vec{F}$ définie par $\vec{F} = D \times \vec{v}_g$ où D est la masse de gaz éjecté par seconde.

2.2.1. Montrer que le produit $(D \times v_g)$ est homogène à une force.

2.2.2. Vérifier par une application numérique que la fusée peut effectivement décoller.

13PYSCOAN1

EXERCICE III : SURFER SUR LA VAGUE (5 points)

La houle est un train de vagues régulier généré par un vent soufflant sur une grande étendue de mer sans obstacle, le fetch. En arrivant près du rivage, sous certaines conditions, la houle déferle au grand bonheur des surfeurs !

Les documents utiles à la résolution sont rassemblés à la fin de l'exercice.

Donnée : intensité de la pesanteur : $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

1. La houle, onde mécanique progressive

1.1. Pourquoi peut-on dire que la houle est une onde mécanique progressive ?

1.2. Il est possible de simuler la houle au laboratoire de physique avec une cuve à ondes en utilisant une lame vibrante qui crée à la surface de l'eau une onde progressive sinusoïdale de fréquence f = 23 Hz. On réalise une photographie du phénomène observé (**document 1**).
Déterminer, en expliquant la méthode utilisée, la vitesse de propagation v de l'onde sinusoïdale générée par le vibreur.

1.3. Au large de la pointe bretonne, à une profondeur de 3000 m, la houle s'est formée avec une longueur d'onde de 60 m.
En utilisant le **document 2**, calculer la vitesse de propagation v_1 de cette houle. En déduire sa période T.

1.4. Arrivée de la houle dans une baie.
1.4.1. Sur la photographie aérienne du **document 3**, quel phénomène peut-on observer ? Quelle est la condition nécessaire à son apparition ?
1.4.2. Citer un autre type d'onde pour laquelle on peut observer le même phénomène.

2. Surfer sur la vague

La houle atteint une côte sablonneuse et rentre dans la catégorie des ondes longues.

2.1. Calculer la nouvelle vitesse de propagation v_2 de la houle lorsque la profondeur est égale à 4,0 m, ainsi que sa nouvelle longueur d'onde λ_2. Les résultats obtenus sont-ils conformes aux informations données dans le **document 4** ?

2.2. Pour la pratique du surf, la configuration optimale est :

- à marée montante c'est-à-dire entre le moment de basse mer et celui de pleine mer ;
- avec une direction du vent Sud-Ouest.



Un surfeur consulte au préalable un site internet qui lui donne toutes les prévisions concernant le vent, la houle et les horaires des marées (**document 5**).
Proposer, en justifiant, un créneau favorable à la pratique du surf entre le jeudi 21 et le samedi 23 juin 2012.

2.3. Un autre phénomène très attendu par les surfeurs, lors des marées importantes est le mascaret.
Le mascaret est une onde de marée qui remonte un fleuve. Cette onde se propage à une vitesse v de l'ordre de 5,1 $m.s^{-1}$.
Le passage du mascaret étant observé sur la commune d'Arcins à 17 h 58, à quelle heure arrivera-t-il à un endroit situé à une distance d = 13 km en amont du fleuve ?

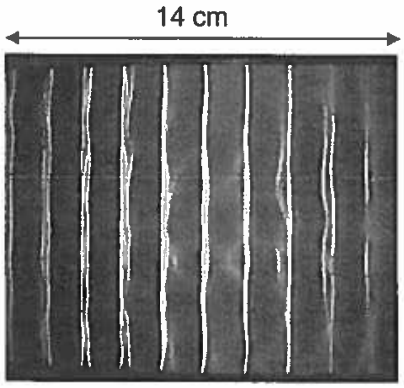
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

13PYSCOAN1

DOCUMENTS DE L'EXERCICE III

Document 1 : Simulation de la houle au laboratoire avec une cuve à ondes.



Document 2 : Vitesse de propagation des ondes à la surface de l'eau.

- cas des ondes dites « courtes » (en eau profonde) :

longueur d'onde λ faible devant la profondeur h de l'océan ($\lambda < 0{,}5h$)

$$v = \sqrt{\frac{g.\lambda}{2\pi}}$$

- cas des ondes dites « longues » (eau peu profonde) :

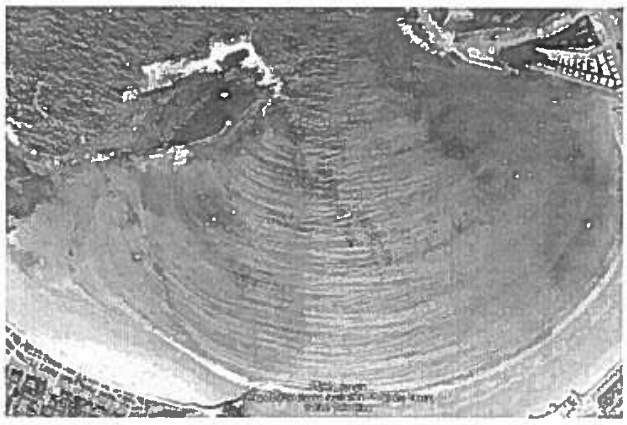
longueur d'onde λ très grande devant la profondeur h de l'océan ($\lambda > 10h$)

$$v = \sqrt{g.h}$$

g est l'intensité du champ de pesanteur terrestre.

D'après http://www.ifremer.fr/

Document 3 : Photographie aérienne de l'arrivée de la houle dans une baie.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

13PYSCOAN1

Document 4 : Déferlement des vagues sur la côte.

En arrivant près de la côte, la houle atteint des eaux peu profondes. Dès que la profondeur est inférieure à la moitié de la longueur d'onde, les particules d'eau sont freinées par frottement avec le sol. La houle est alors ralentie et sa longueur d'onde diminue. Ces modifications des caractéristiques de l'onde s'accompagnent d'une augmentation de l'amplitude. La période est la seule propriété de l'onde qui ne change pas à l'approche de la côte.

Ainsi en arrivant près du rivage, la vitesse des particules sur la crête est plus importante que celle des particules dans le creux de l'onde, et lorsque la crête n'est plus en équilibre, la vague déferle.

D'après http://www.ifremer.fr/

Document 5 : Prévisions maritimes.

GFS 21.06.2012 00 UTC	Je 21 05h	Je 21 08h	Je 21 11h	Je 21 14h	Je 21 17h	Je 21 20h	Ve 22 05h	Ve 22 08h	Ve 22 11h	Ve 22 14h	Ve 22 17h	Ve 22 20h	Sa 23 05h	Sa 23 08h	Sa 23 11h	Sa 23 14h	Sa 23 17h	Sa 23 20h
Vitesse du vent (nœuds)	4	7	16	23	21	21	17	15	15	15	15	12	10	10	10	13	14	15
Rafales (nœuds)	5	10	25	28	28	28	23	21	18	19	18	15	13	13	12	15	18	21
Direction du vent	↗	↑	↑	→	↗	↗	→	→	→	→	→	→	↗	↗	↗	↗	↑	↑
Vagues (m)	0.7	0.7	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	2.6	2.6	2.4	2.3	2.2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
Période des vagues (s)	6	7	4	6	6	6	7	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7
Direction des vagues	→	→	↗	→	→	↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
*Température (°C)	13	14	14	14	15	14	14	14	15	15	15	14	13	14	15	16	16	15

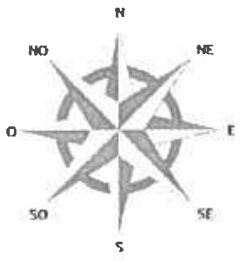


Tableau des marées – Juin 2012

Jour	Pleine mer (h:min)		Basse mer (h:min)	
Jeudi 21 juin	06:54	19:08	00:58	13:10
Vendredi 22 juin	07:31	19:44	01:34	13:46
Samedi 23 juin	08:08	20:22	02:10	14:24
Dimanche 24 juin	08:47	21:02	02:49	15:04

D'après http://www.windguru.cz/fr/

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 14 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer